



Vulnerabilità sismica delle costruzioni e loro miglioramento **Murature**



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI UDINE
hic sunt futura

ALESSANDRA GUBANA

TRIESTE 20 SETTEMBRE 2018

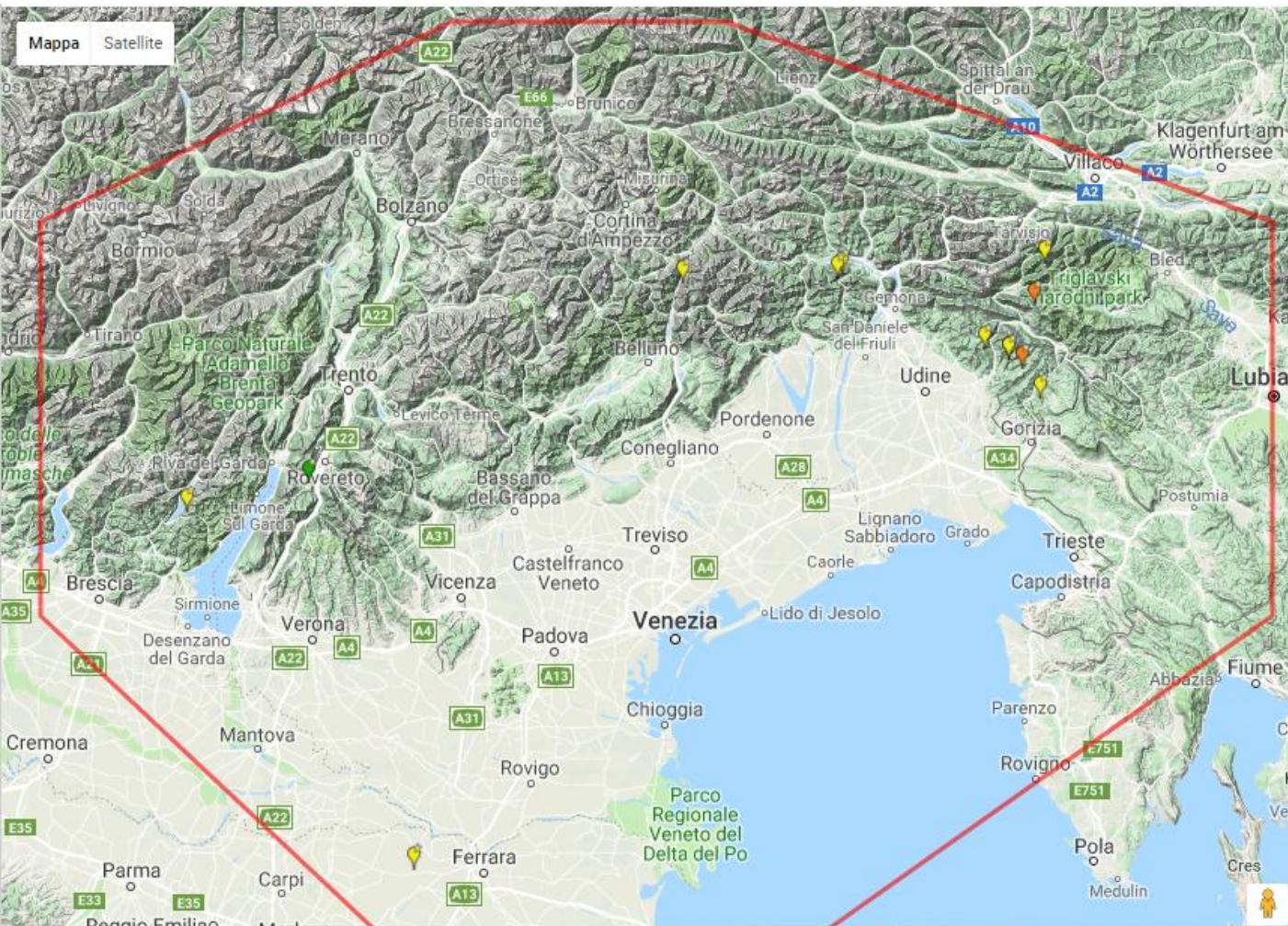






Amatrice
24 agosto 2016

Prof. ing. Alessandra



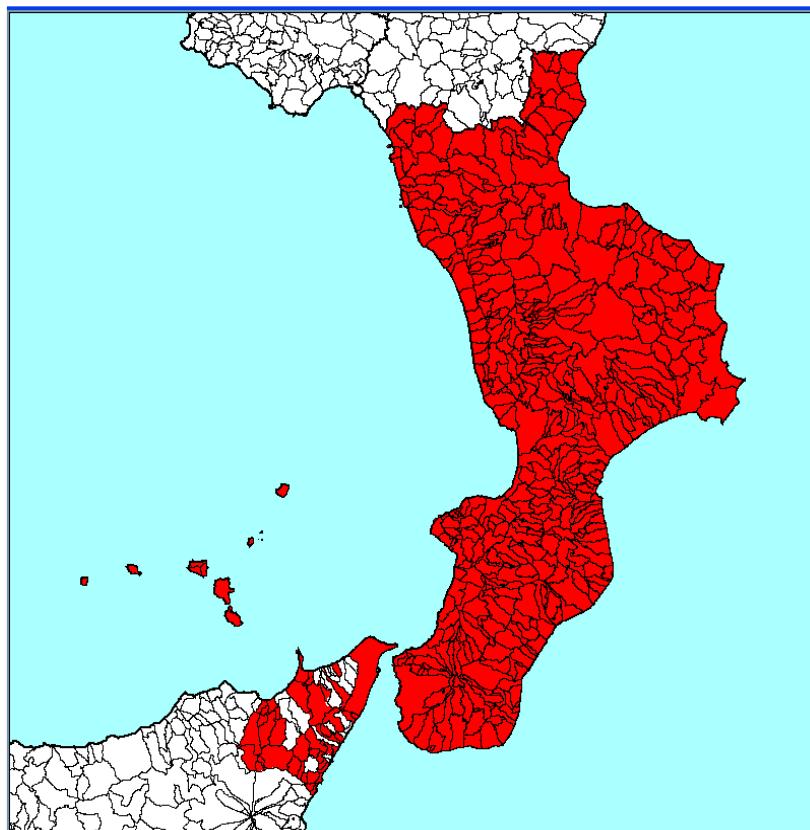
lista eventi

ultima modifica 17/09/18 10:43

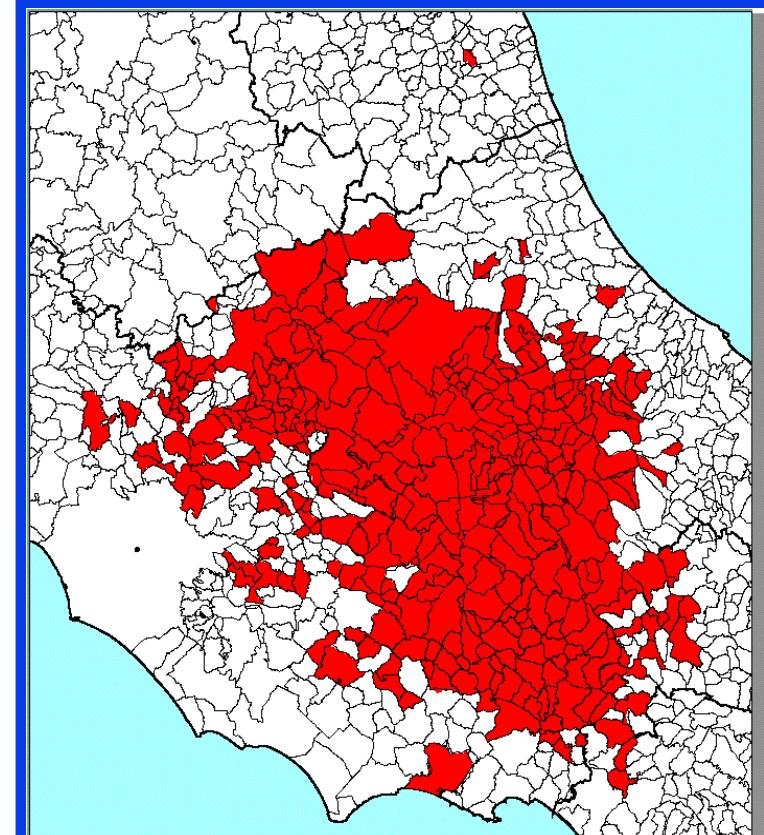
- 2018-09-16 19:44:04 MI: **0.2 ± 0.3**
- 2018-09-16 14:21:33 MI: **0.7 ± 0.3**
- 2018-09-15 23:17:39 MI: **0.0 ± 0.3**
- 2018-09-15 19:33:36 MI: **0.5 ± 0.3**
- 2018-09-15 13:45:39 MI: **0.4 ± 0.3**
- 2018-09-15 08:01:16 MI: **2.4 ± 0.3**
- 2018-09-15 07:15:56 MI: **0.5 ± 0.3**
- 2018-09-15 06:27:12 MI: **0.5 ± 0.3**
- 2018-09-15 00:23:12 MI: **0.8 ± 0.3**
- 2018-09-14 13:57:53 MI: **0.4 ± 0.3**
- 2018-09-14 13:47:08 MI: **1.0 ± 0.3**
- 2018-09-14 11:59:37 MI: **1.6 ± 0.3**
- 2018-09-14 06:04:58 MI: **0.9 ± 0.3**

la classificazione del territorio ha sempre seguito in passato il verificarsi dei terremoti

RD n. 193/1909



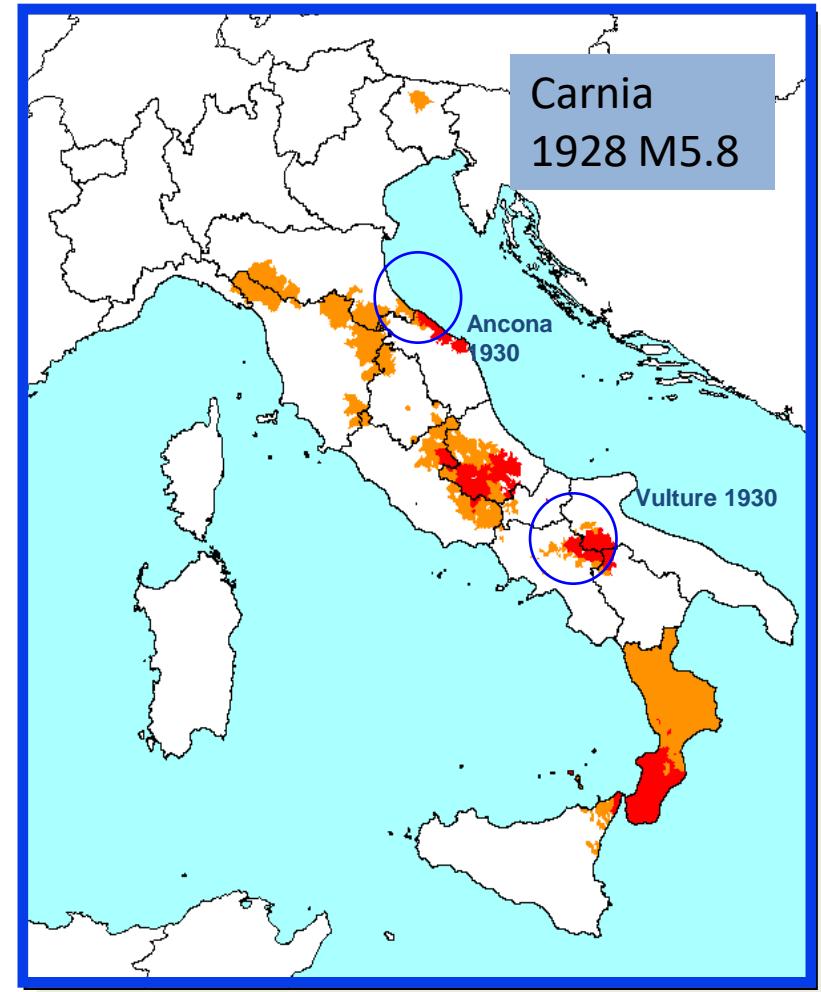
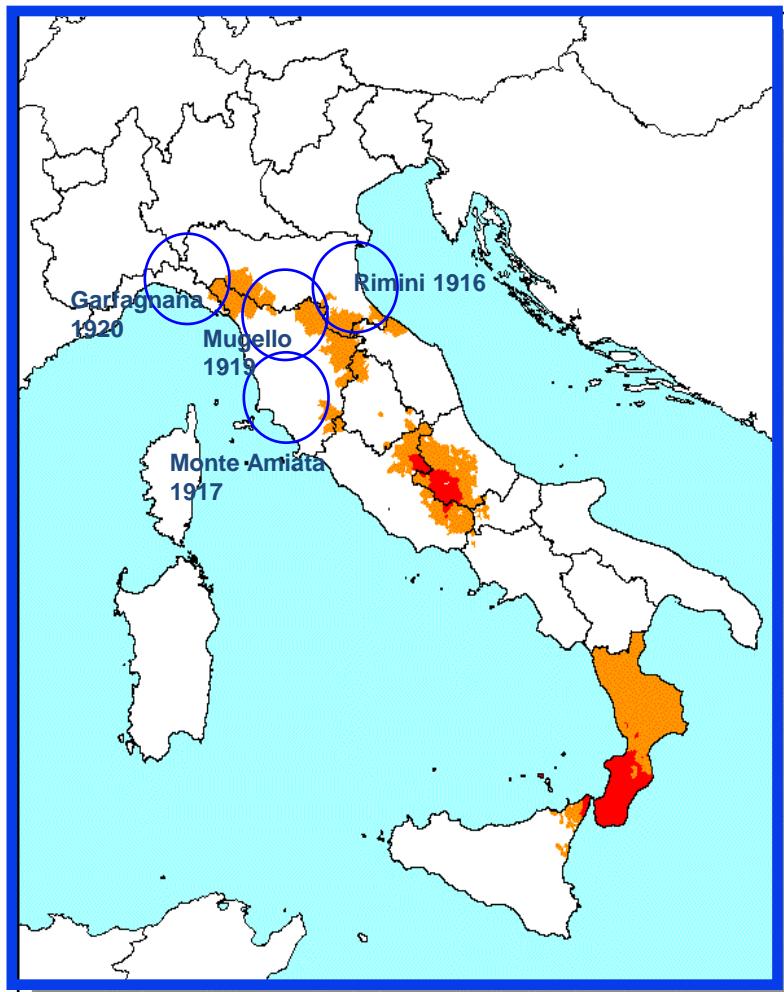
RD n. 573/1915





30 SETTEMBRE
GIORNATA NAZIONALE
PREVENZIONE
SISMICA

TRIESTE 20 SETTEMBRE 2018



7

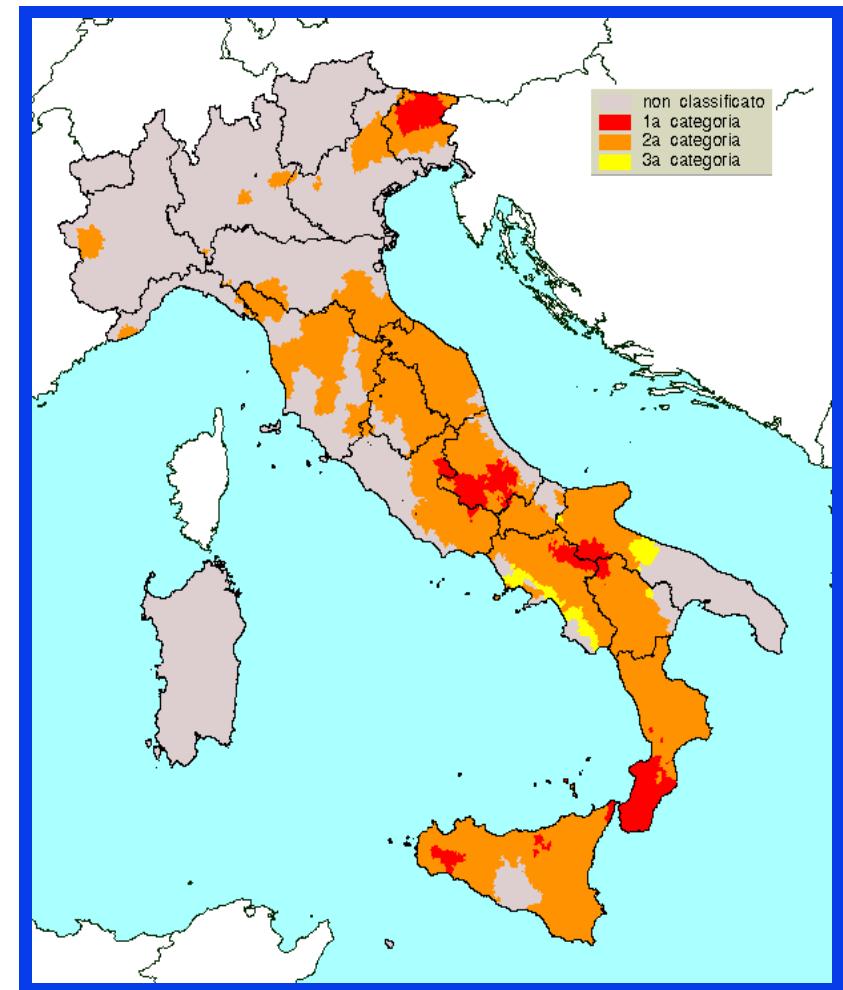
CLASSIFICAZIONE 1980

Prima del 1980

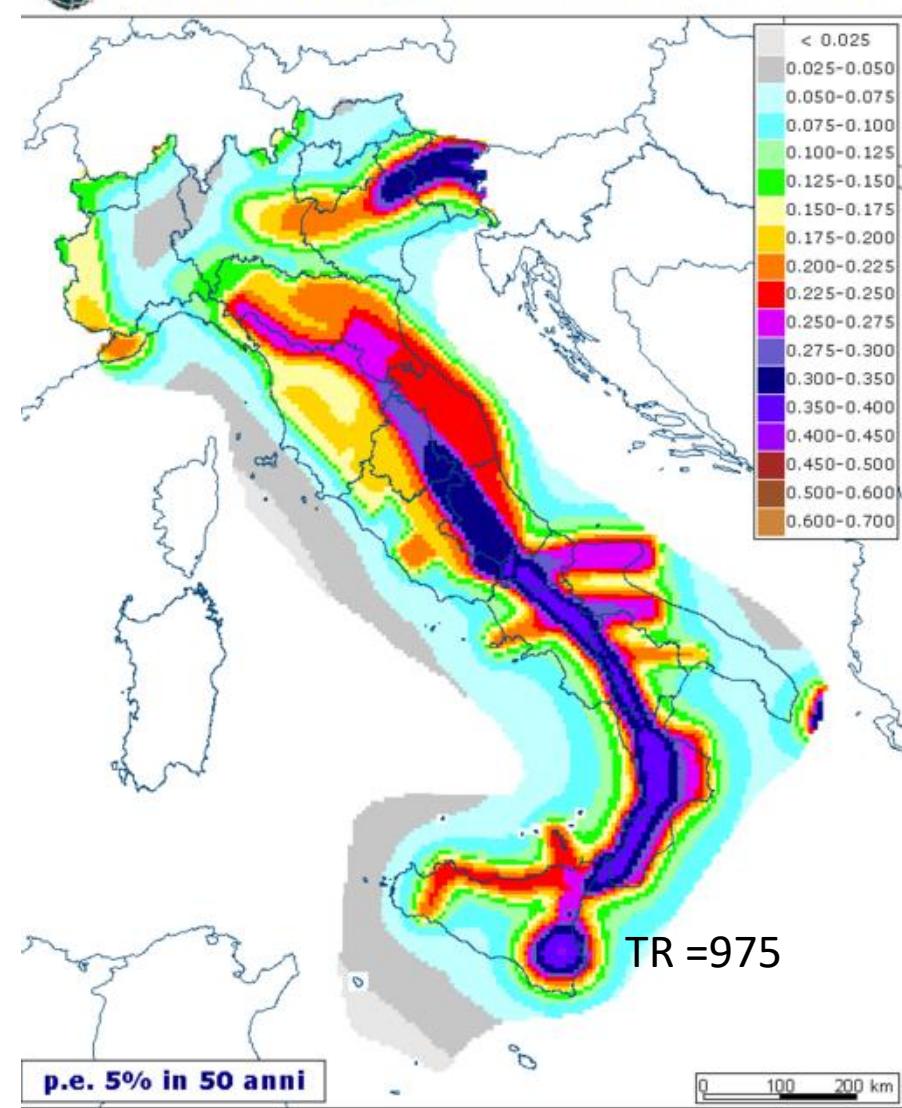
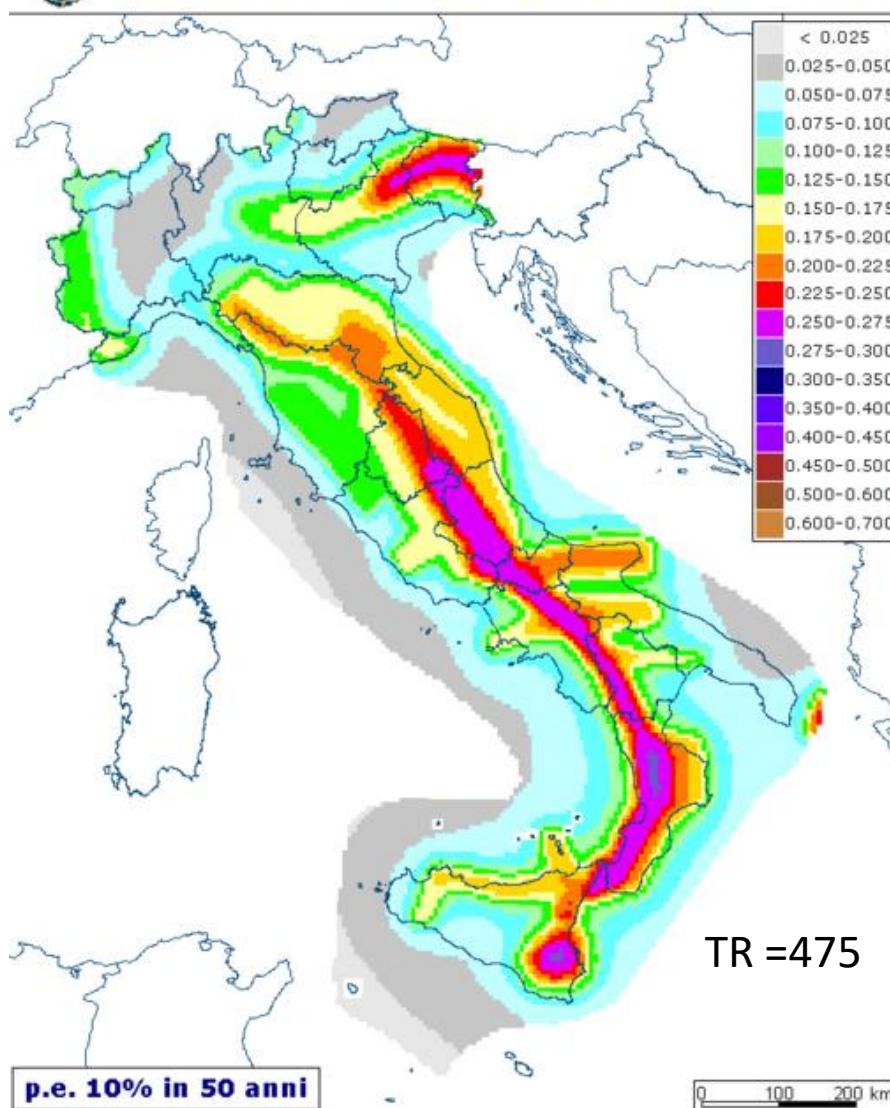
1600 comuni

Dopo

2960 comuni



45% del territorio nazionale
70% del territorio dell' Italia
centro-meridionale



giovedì 6 maggio 1976, alle ore 21, il terremoto sconvolse Friuli.

La mattina del giorno seguente si riunì il Consiglio dei ministri, presieduto da Aldo Moro, che nominò Zamberletti commissario straordinario del Governo.

Mercoledì 12 maggio si tenne una seconda riunione del Consiglio dei ministri che approvò il decreto legge 227 (convertito nella legge 336 del 29 maggio 1976) che conteneva i provvedimenti urgenti e la delega alla Regione per la ricostruzione.

IL MODELLO FRIULI

è il risultato di un processo collettivo fondato sul concorso creativo di forze tecniche, politiche, economiche e istituzionali di tutti i livelli, con la partecipazione dal basso di tutte le famiglie

Ci siamo dovuti inventare tutto.

Nuove procedure per il recupero statico e funzionale degli edifici colpiti dagli eventi tellurici - Ulteriori norme integrative della legge regionale 7 giugno 1976, n. 17.

DT1 Istruzioni per la documentazione e la presentazione dei progetti , 1977

DT2 Raccomandazioni per la riparazione strutturale degli edifici in muratura , 1977

DT3 Fascicolo operativo per lo svolgimento dei cicli di progettazione , 1977

DT4 Schema di capitolato speciale d'appalto e Capitolato tipo , 1977

DT5 Prezzario unificato ; APP /DT5.: Elenco integrativo dei prezzi per la progettazione degli edifici di valore ambientale, storico, culturale ed etnico , 1977

DT6 Istruzioni per il parere tecnico ed economico sui progetti , 1977

DT7 Illustrazione dei parametri di convenienza tecnica ed economica , 1977

DT8 Suggerimenti riguardo gli interventi di riparazione di edifici aventi valori ambientali, storici, culturali ed etnici connessi con l'architettura locale , 1977

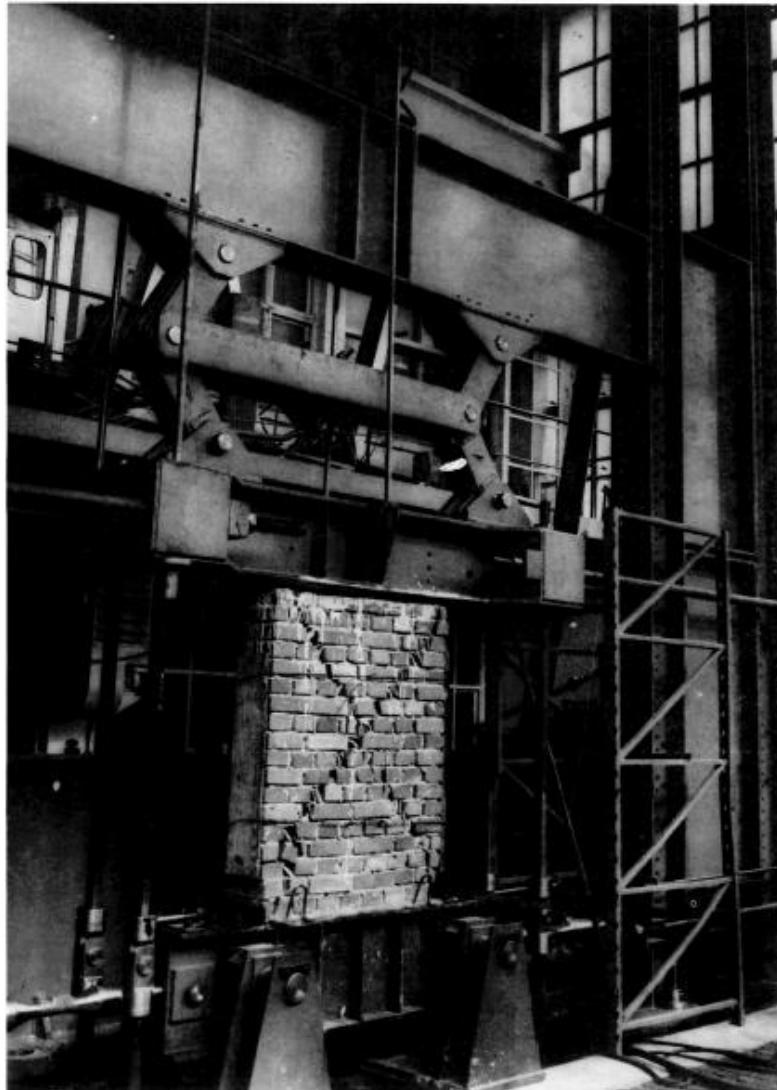
DT9: Suggerimenti riguardo gli interventi di riparazione di edifici aventi valori ambientali, storici, culturali ed etnici connessi con l'architettura locale,1979

DT10 Adempimenti conclusivi dei lavori , 1977



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE

hic sunt futura



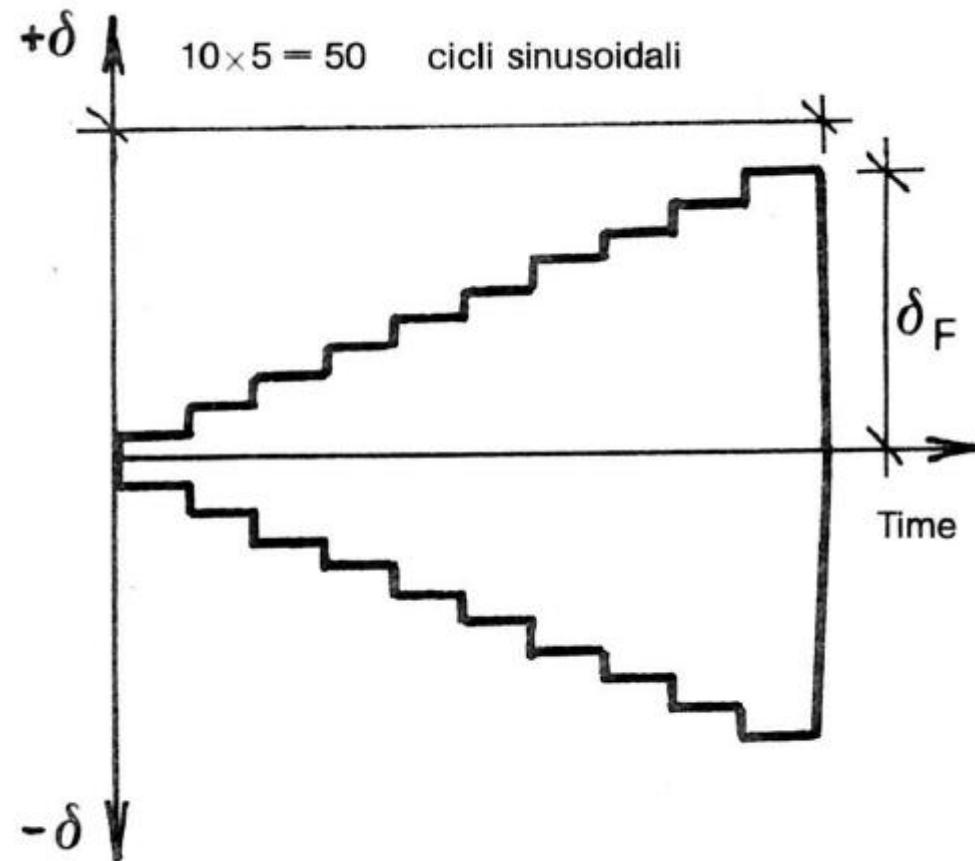
DIPARTIMENTO POLITECNICO
DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Iniziative per
il quarantennale
del terremoto

Friuli 1976 2016
EPICENTRO DI SAPERI

FRIULI 76/16

Incontri, studi e ricerche per capire assieme
quanto è cambiato il Friuli dal 1976 e quali
sono le prossime sfide da affrontare



Edifici e complessi in Italia			
	2001	2011	Variazione
Edifici	12.774.131	14.452.680	13,14%
Complessi	38.397	63.115	64,37%
Totale	12.812.528	14.515.795	13,29%

Edifici per tipo d'uso in Italia					
	2001	2011	%	%	Variazione
Residenziale	11.226.595	12.187.698	87,89	84,33	-0,04
Produttivo		287.039		1,99	
Commerciale		246.082		1,70	
Terziario	424.728	60.462	3,32	0,42	0,73
Turistico		61.426		0,43	
Servizi		178.356		1,23	
Altro	402.167	688.182		4,76	
Non utilizzati	720.641	743.435		5,14	
Totale	12.774.131	14.452.680	100,00	100,00	0,00

Tab. 2.2.1: edifici e complessi di edifici in Italia. Dati: ISTAT, 2001 e 2011.

Edifici e Complessi di edifici			
	2001	2011	VARIAZIONE
ITALIA	12812528	14515795	13,29
NORD EST	2437824	2797296	14,75
FVG	318332	351598	10,45
VENETO	1083992	1222447	12,77
TAA	211737	236313	11,61
EMILIA ROMAGNA	823728	975359	18,41

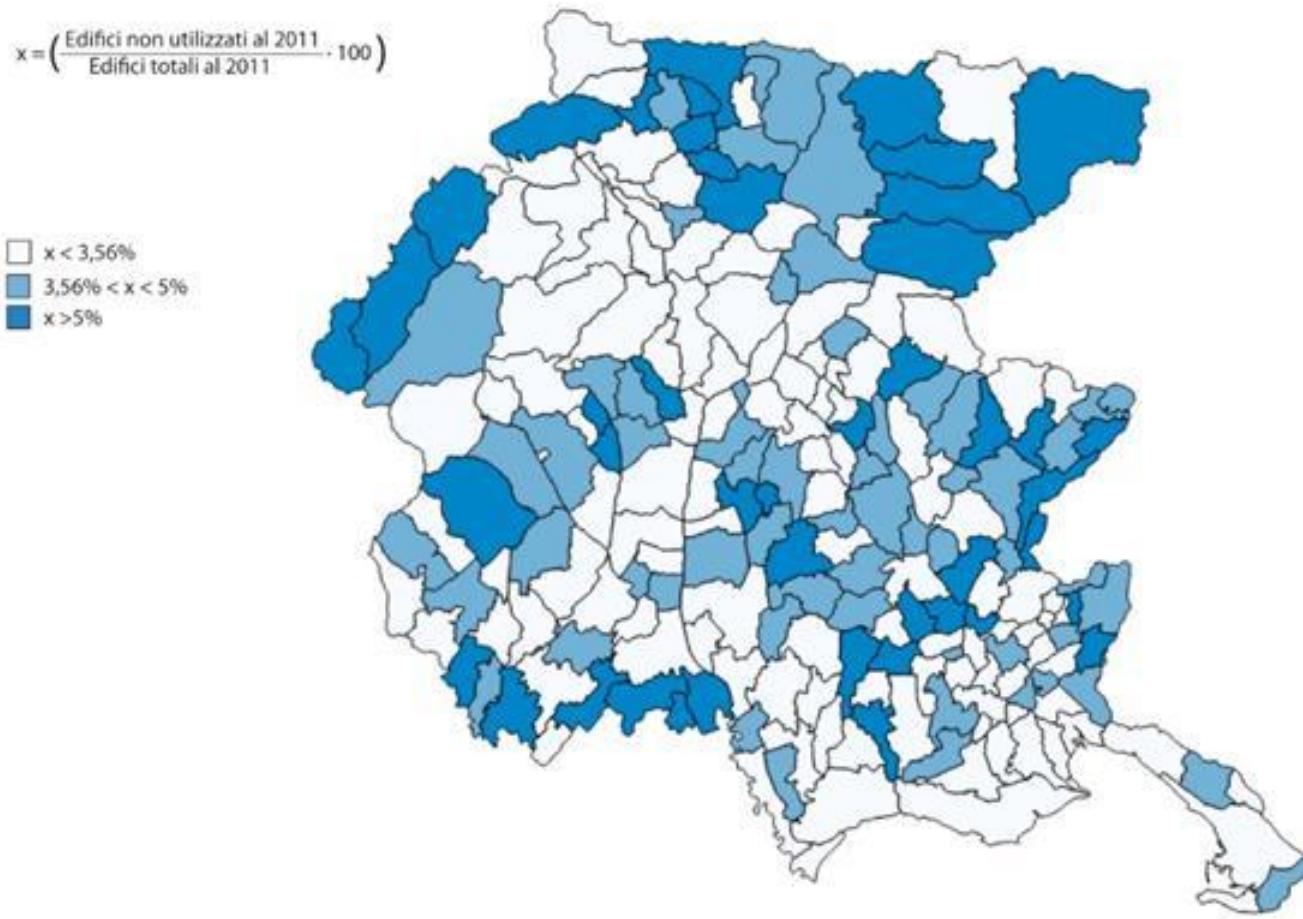


Fig. 2.2.4: edifici non utilizzati nei comuni del Friuli Venezia Giulia. Dati: ISTAT, 2011.

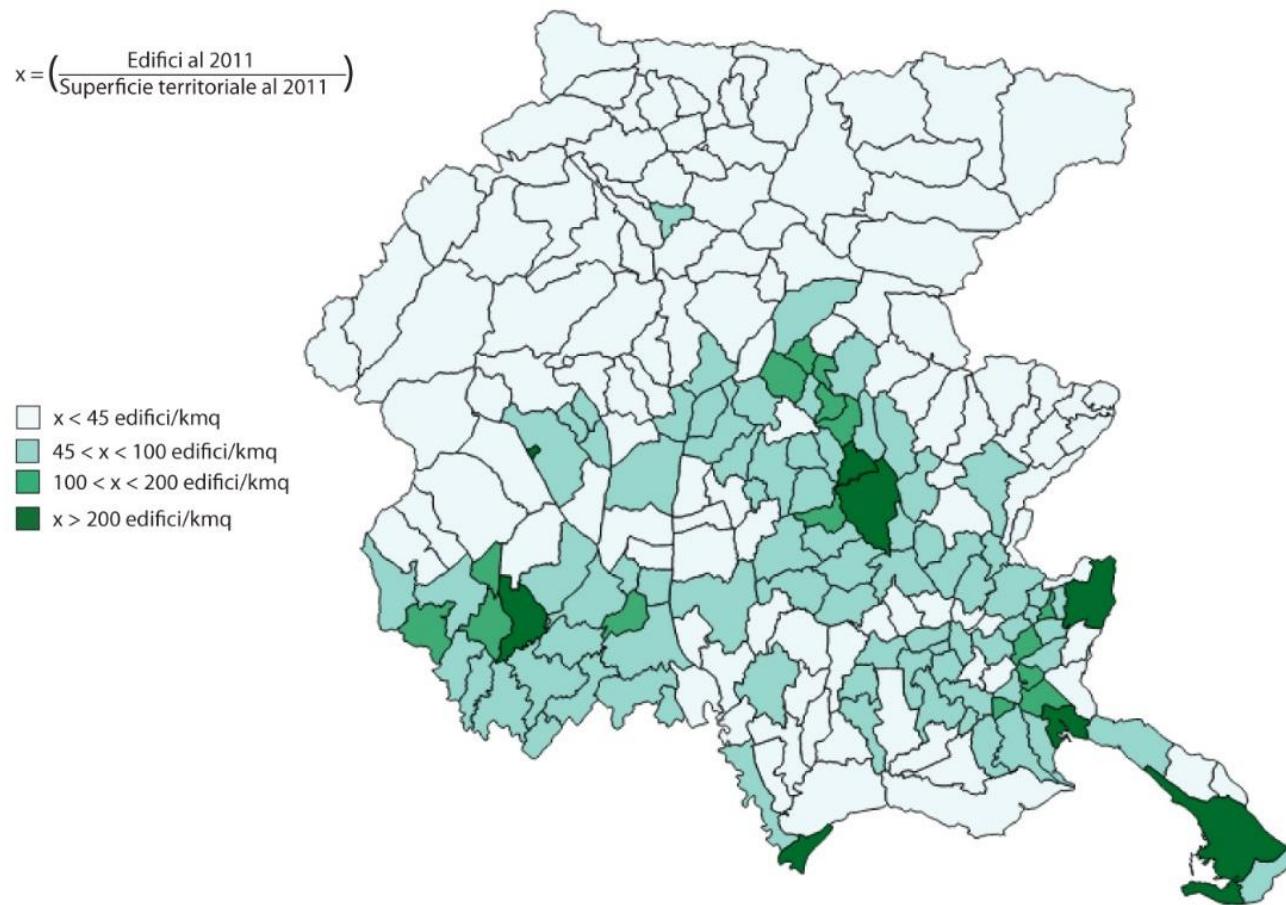


Fig. 2.2.8: edifici sulla superficie territoriale in FVG. Dati: ISTAT, 2011.

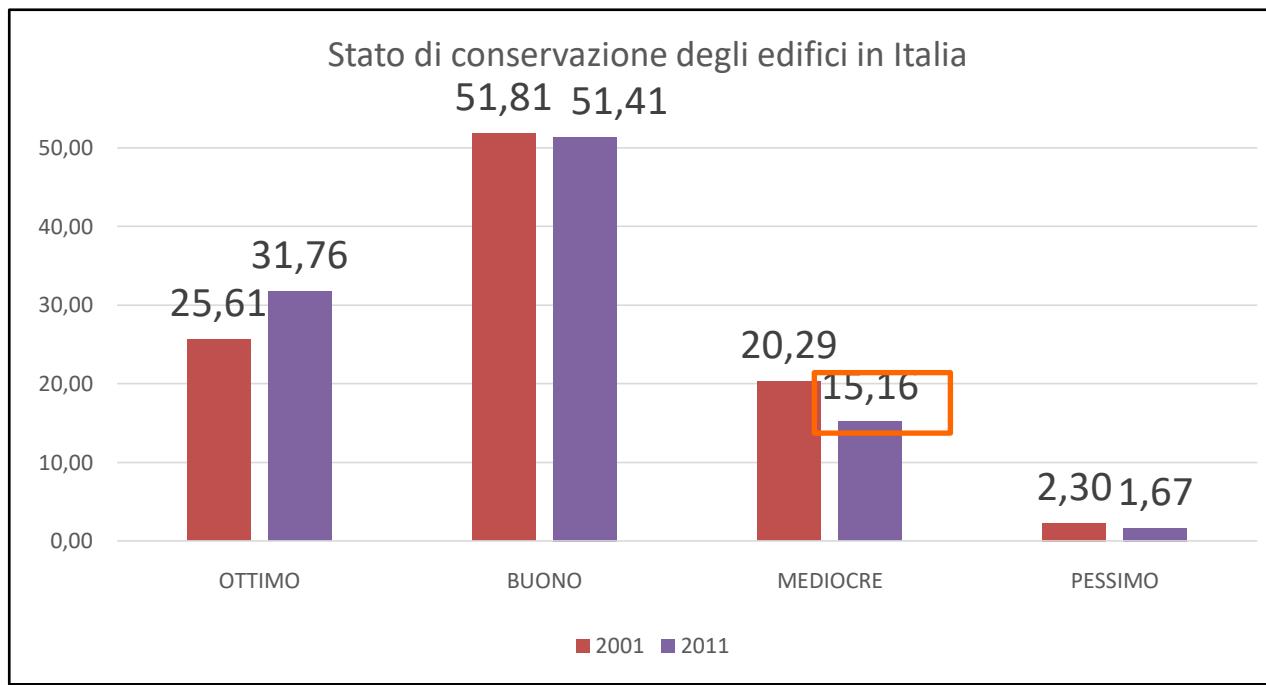
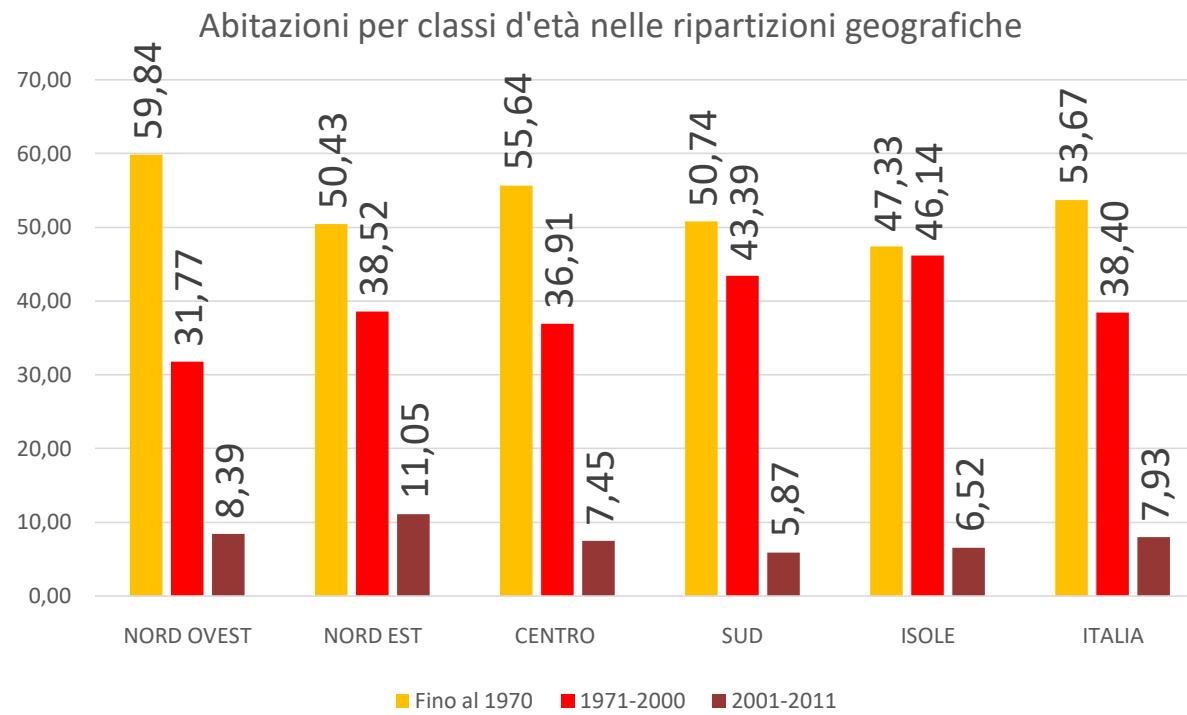


Fig. 2.2.9: stato di conservazione degli edifici in Italia. Dati: ISTAT, 2001 e 2011.



53% di 351000=186.000

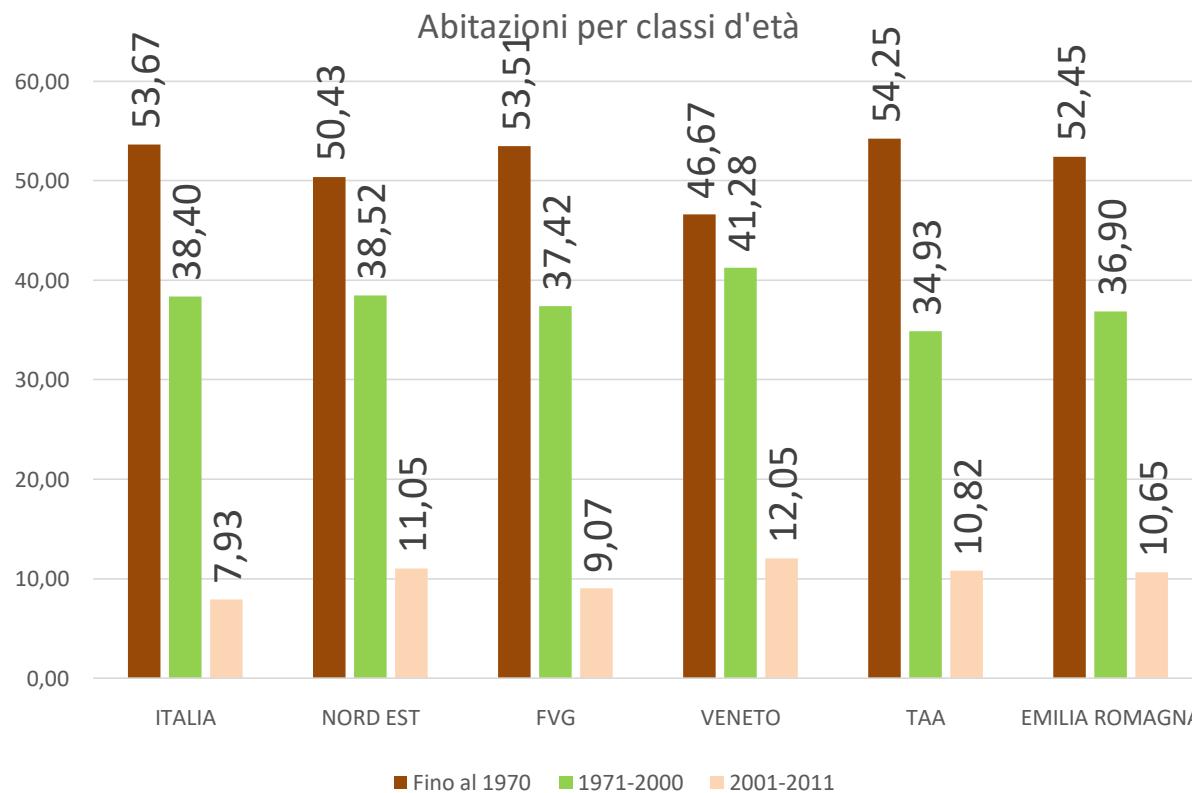


Fig. 2.2.13: abitazioni per periodo di costruzione nel Nord Est. Dati: ISTAT, 2011.

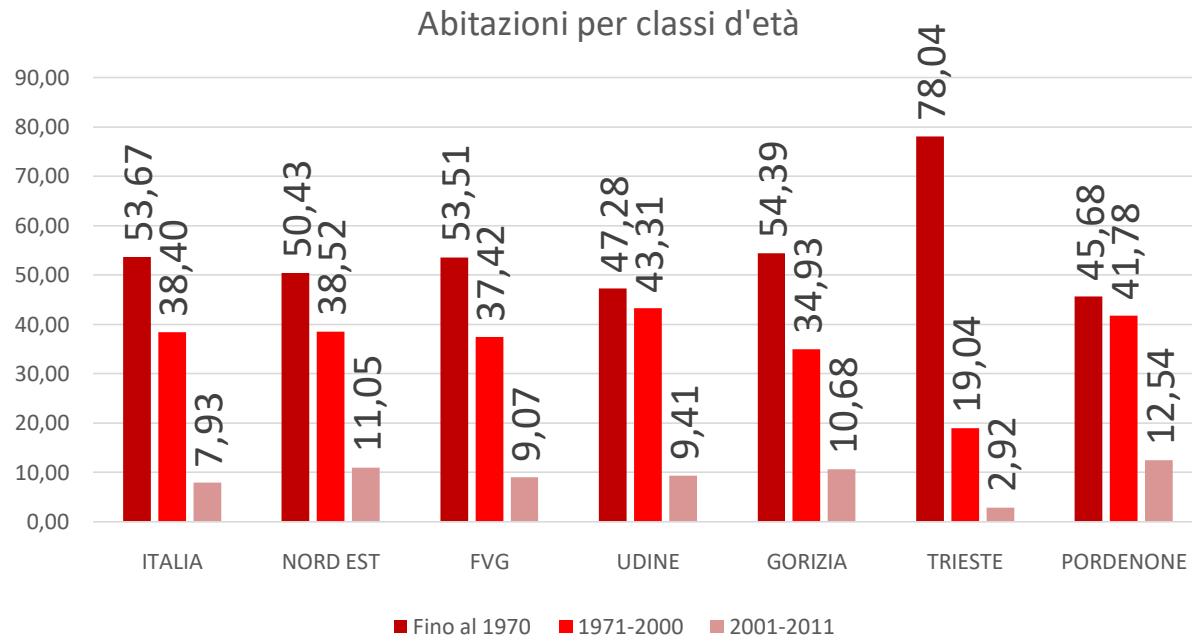


Fig. 2.2.14: abitazioni per periodo di costruzione in Friuli Venezia Giulia. Dati: ISTAT, 2011.

$$x = \left(\frac{\text{Edifici precedenti al 1970}}{\text{Edifici totali al 2011}} \cdot 100 \right)$$

- $x < 25\%$
- $25\% < x < 53,5\%$
- $53,5\% < x < 75\%$
- $x > 75\%$

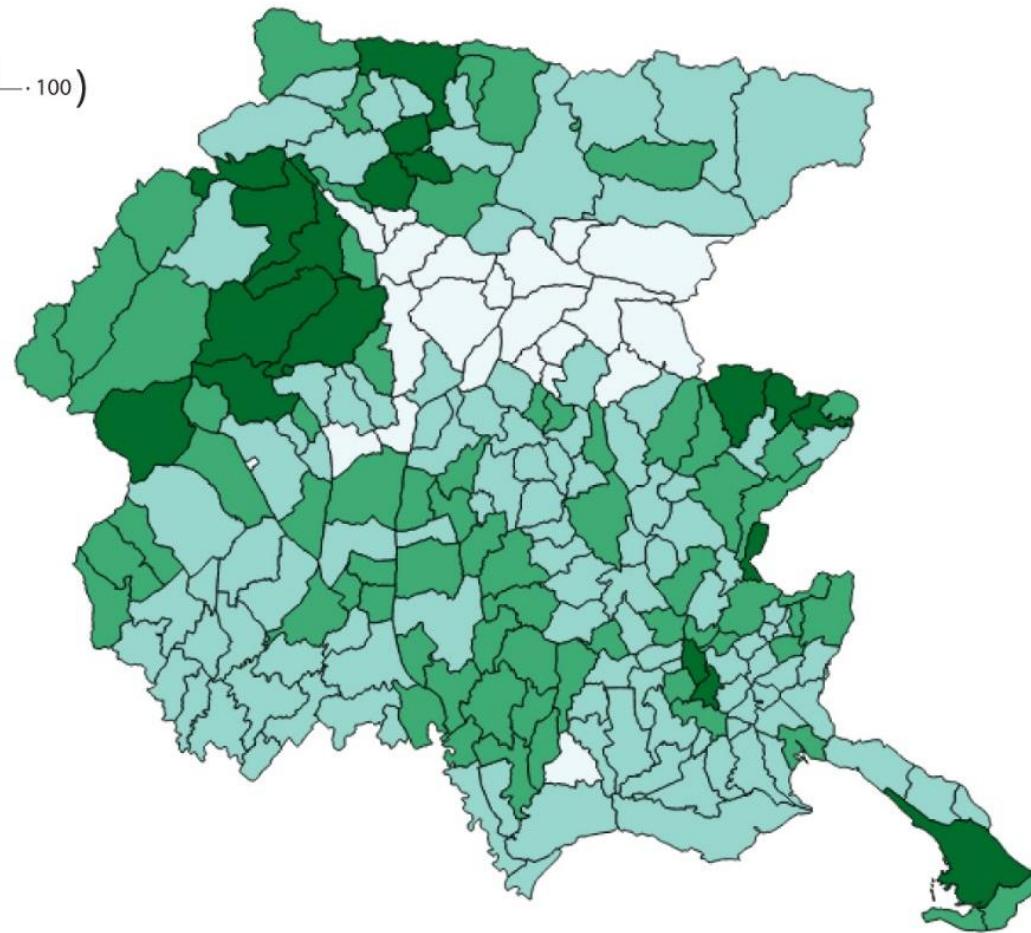


Fig. 2.2.15: abitazioni precedenti al 1970 nei comuni del Friuli Venezia Giulia. Dati: ISTAT, 2011.

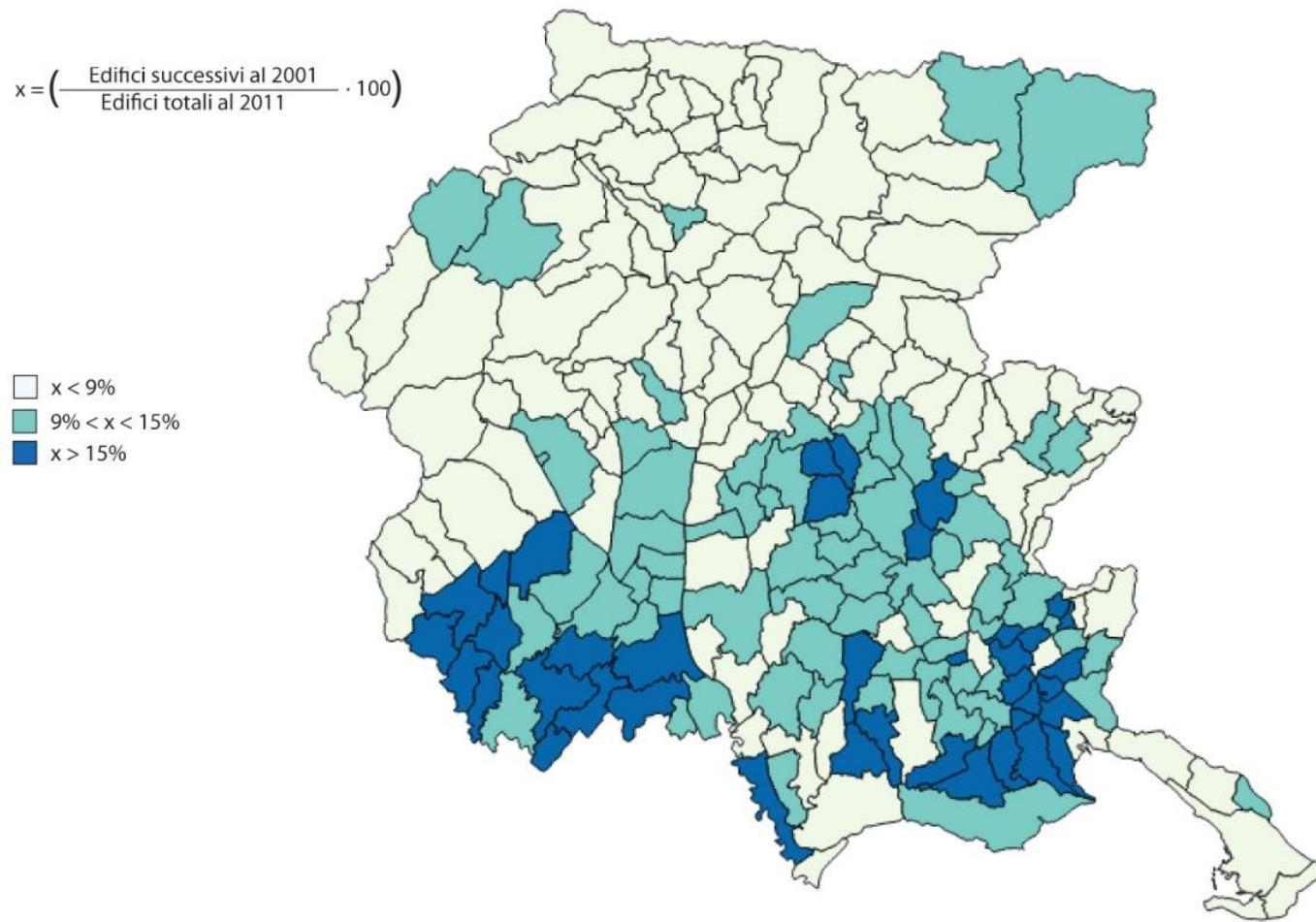


Fig. 2.2.16: abitazioni successive al 2001 nei comuni del Friuli Venezia Giulia. Dati: ISTAT, 2011.

Edifici per materiale portante in Italia e nelle ripartizioni geografiche

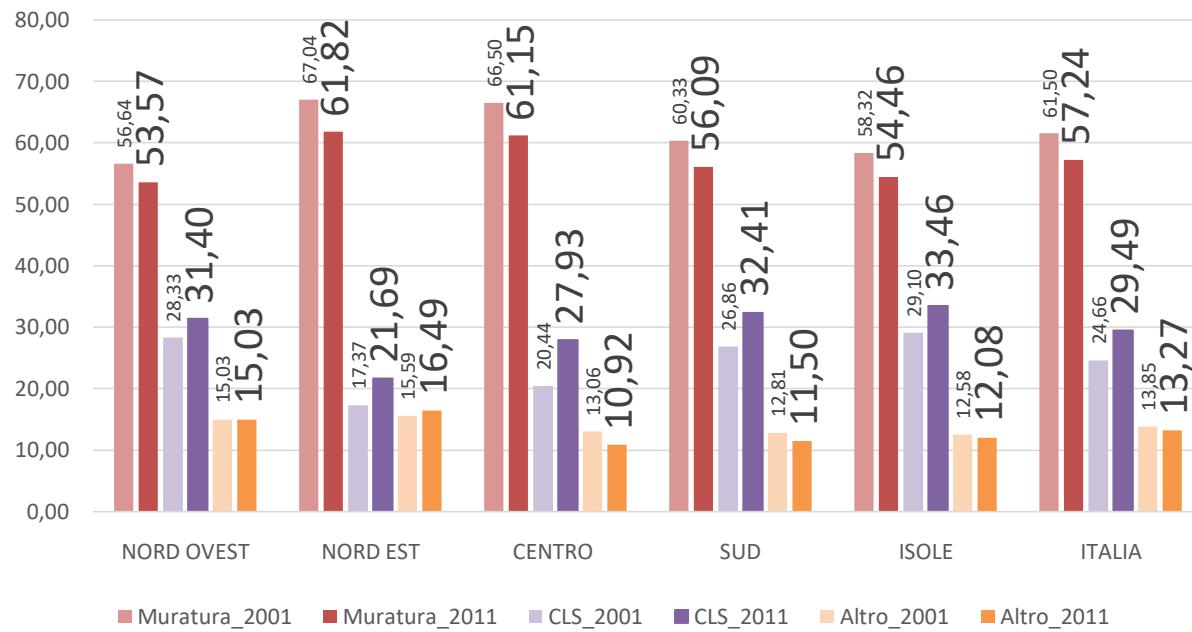


Fig. 2.2.17: edifici per tipo di materiale portante in Italia e nelle ripartizioni geografiche.
Dati: ISTAT, 2001 e 2011.

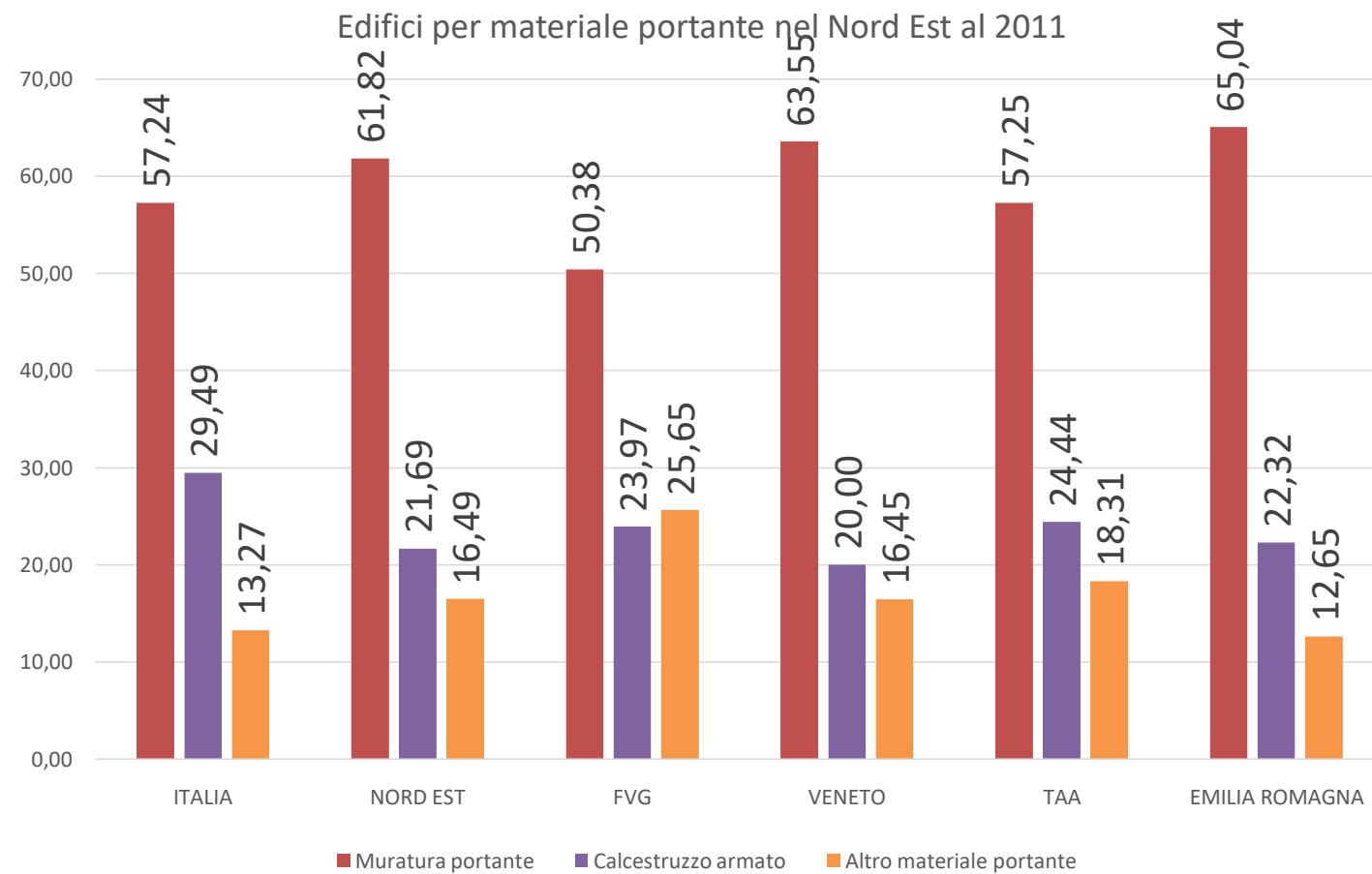


Fig. 2.2.18: edifici per tipo di materiale portante nelle regioni del Nord Est. Dati: ISTAT, 2011.

$$x = \left(\frac{\text{Edifici in muratura al 2011}}{\text{Edifici totali al 2011}} \cdot 100 \right)$$

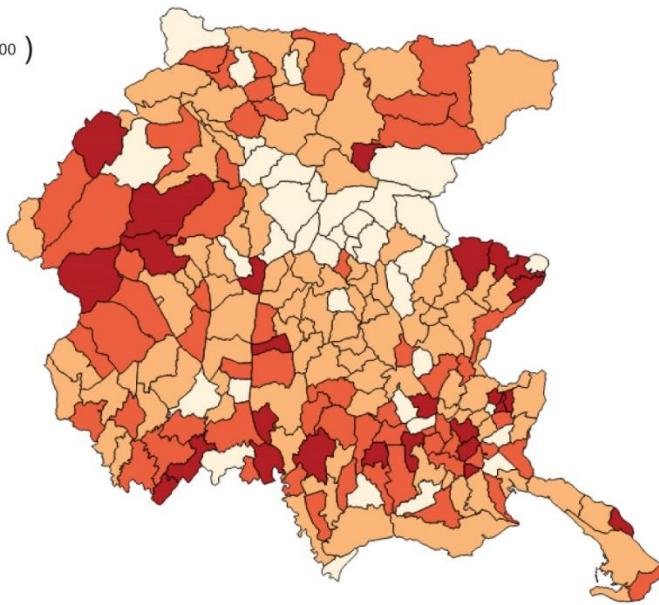


Fig. 2.2.20: edifici in muratura portante nei comuni del FVG al 2011. Dati: ISTAT, 2011.

$$x = \left(\frac{\text{Edifici in cls armato al 2011}}{\text{Edifici totali al 2011}} \cdot 100 \right)$$

- x < 10%
- 10% < x < 25%
- x > 25%

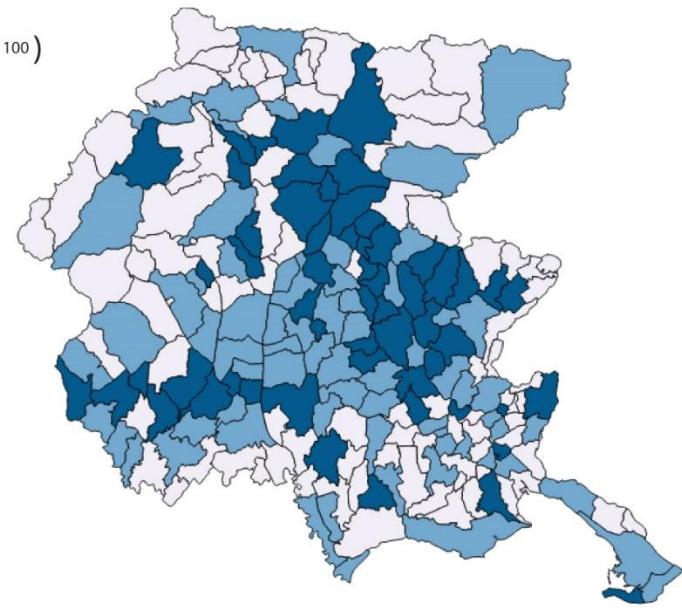


Fig. 2.2.21: edifici in calcestruzzo armato nei comuni del FVG al 2011. Dati: ISTAT, 2011.

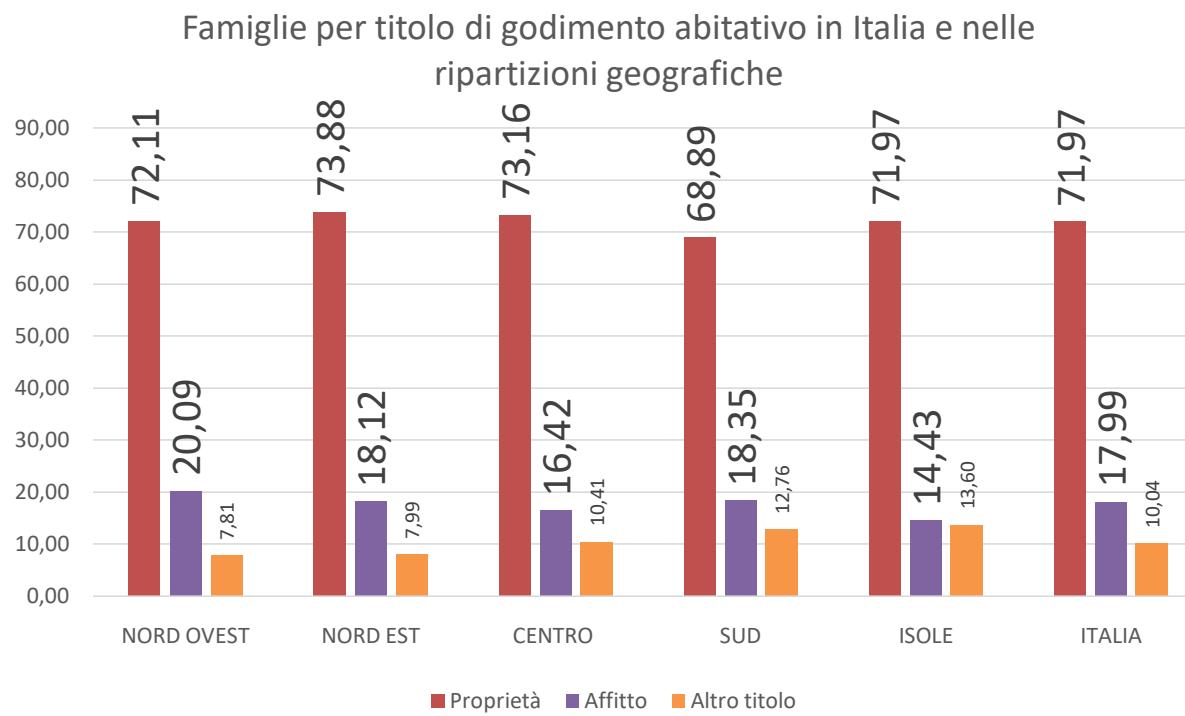


Fig. 2.2.29: famiglie per titolo di godimento abitativo in Italia e nelle ripartizioni geografiche. Dati: ISTAT, 2011.

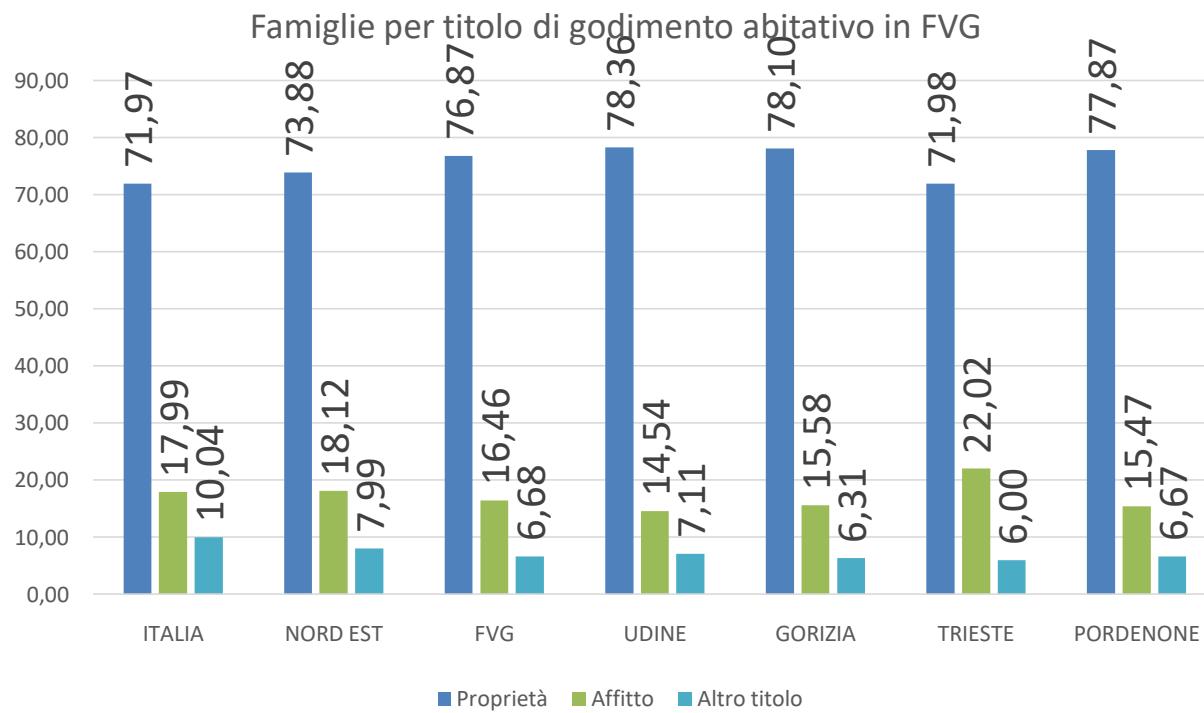


Fig. 2.2.33: famiglie per titolo di godimento abitativo in Friuli Venezia Giulia. Dati: ISTAT, 2011.

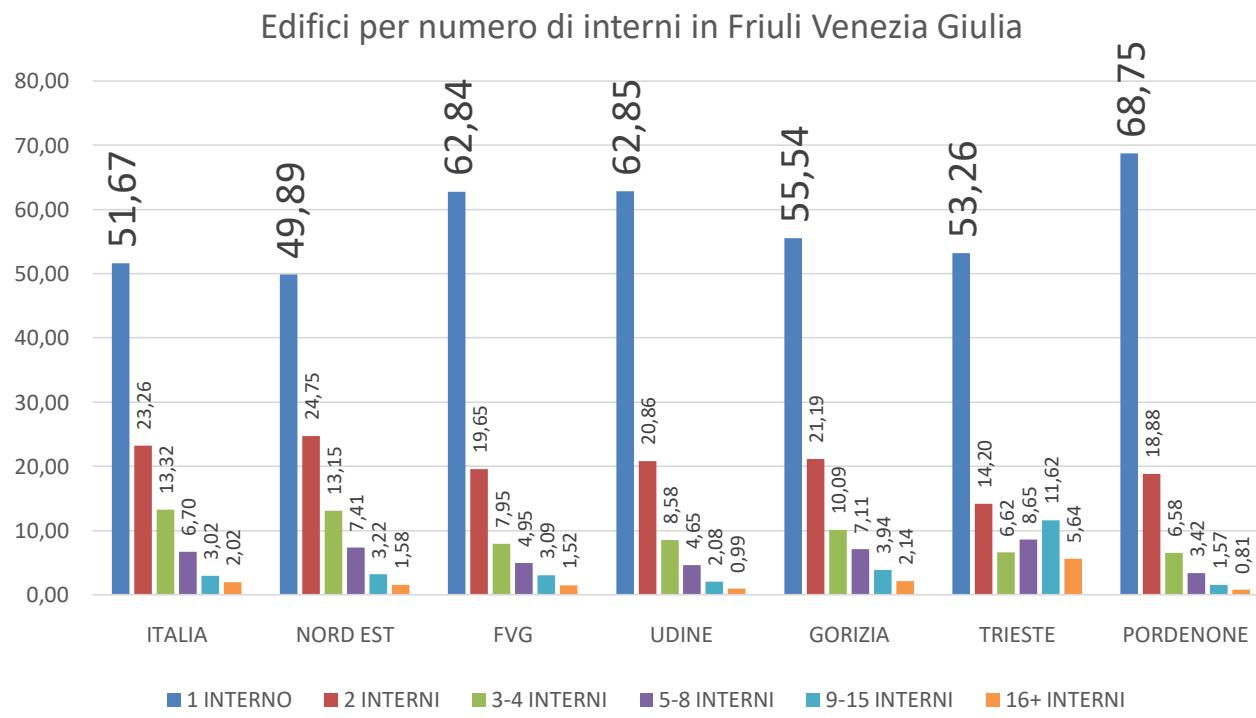


Fig. 2.2.41: edifici residenziali per numero di interni in Friuli Venezia Giulia. Dati: ISTAT, 2011.

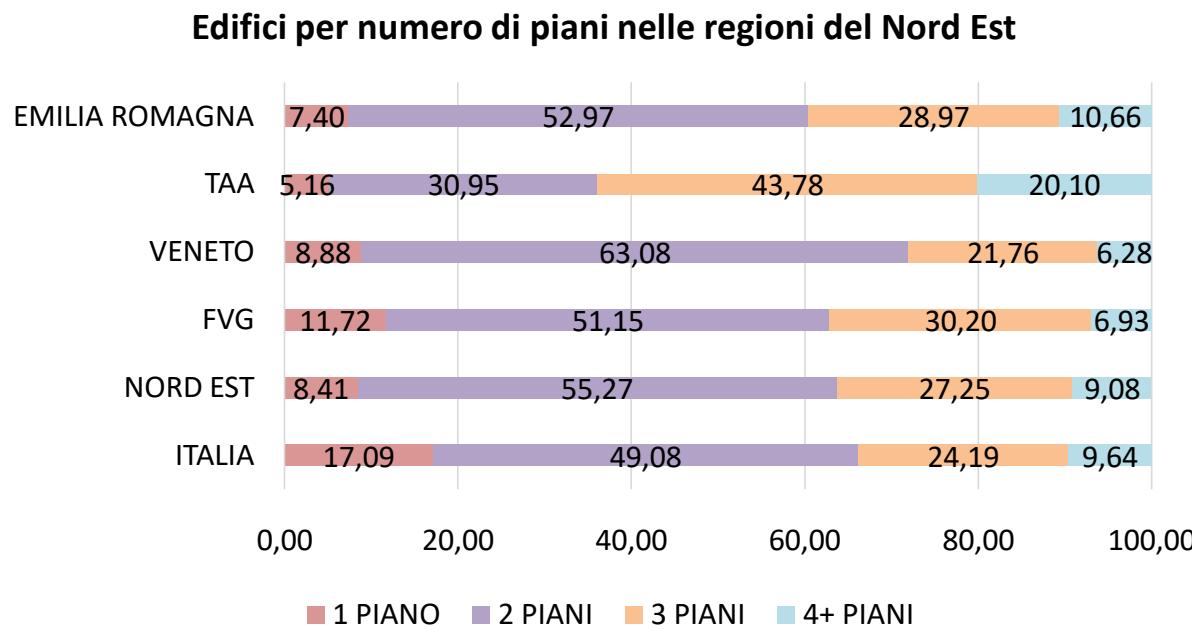


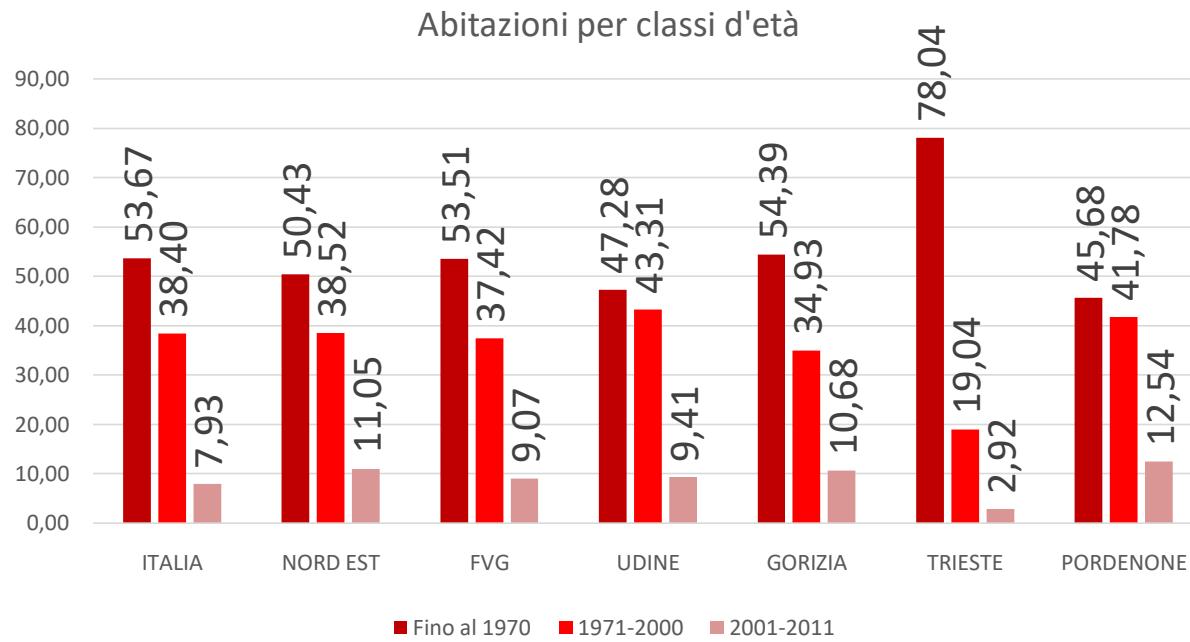
Fig. 2.2.44: edifici residenziali per numero di piani nel Nord Est. Dati: ISTAT, 2011.

*Un sentito ringraziamento va alla studentessa di Ingegneria
dell'Università di Udine
Elisabetta Paviotti*

che ha elaborato i dati ISTAT nell'ambito della Tesi di Laurea.

Prof. ing. Alessandra Gubana

53% di 351000=186.000



Legge 2 febbraio 1974, n. 64

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche

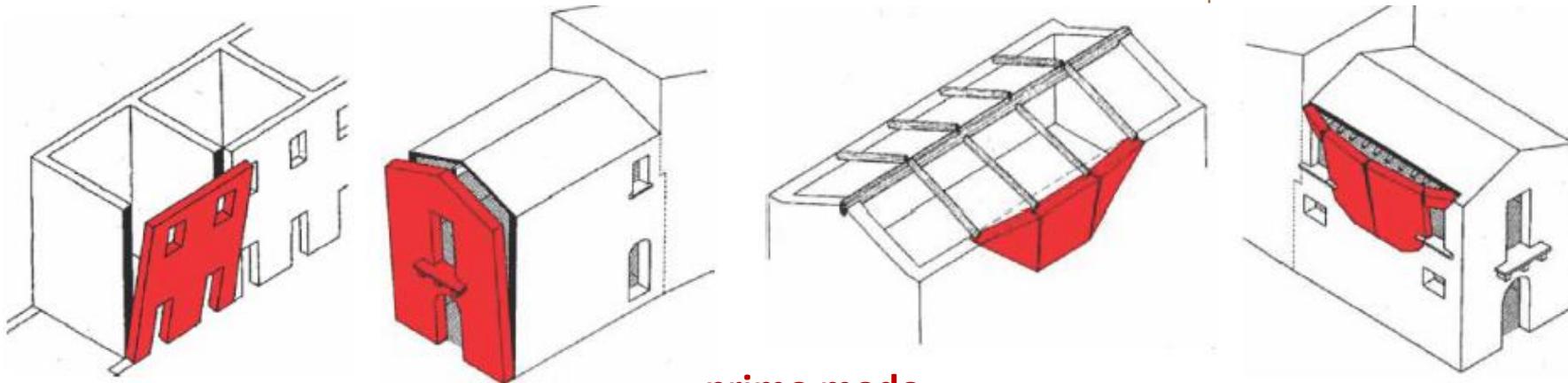


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE

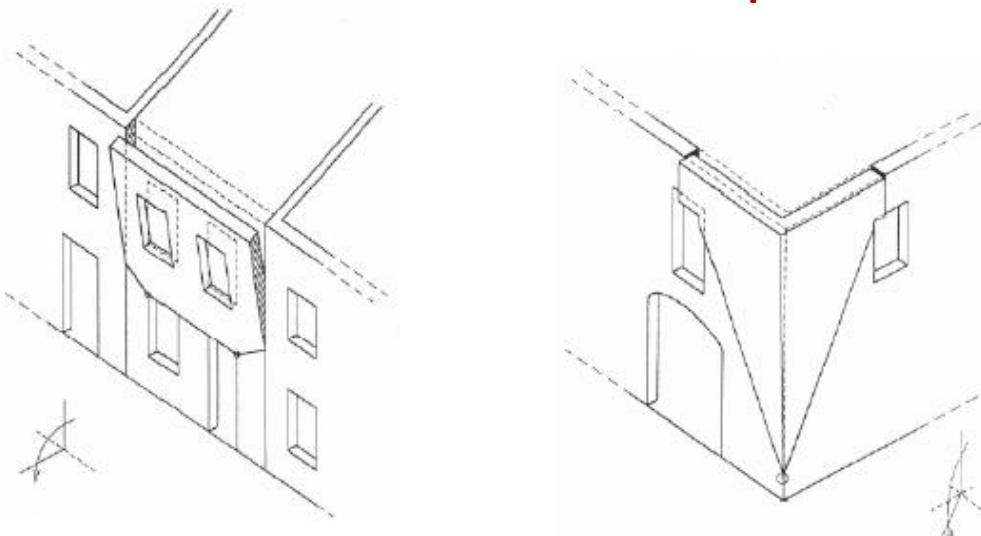
hic sunt futura

DIPARTIMENTO POLITECNICO
DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Iniziative per
il quarantennale
del terremoto



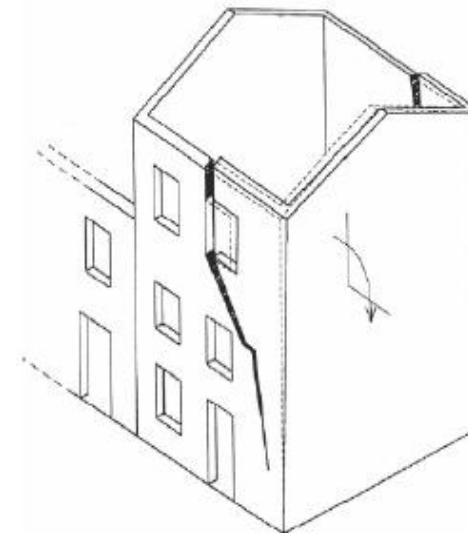
primo modo



Friuli 1976 2016
EPICENTRO DI SAPERI

FRIULI 76/16

Incontri, studi e ricerche per capire assieme
quanto è cambiato il Friuli dal 1976 e quali
sono le prossime sfide da affrontare





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI UDINE

hic sunt futura

DIPARTIMENTO POLITECNICO
DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Iniziative per
il quarantennale
del terremoto

secondo modo



San Gregorio (AQ) , 2009

Friuli 1976 2016
EPICENTRO DI SAPERI

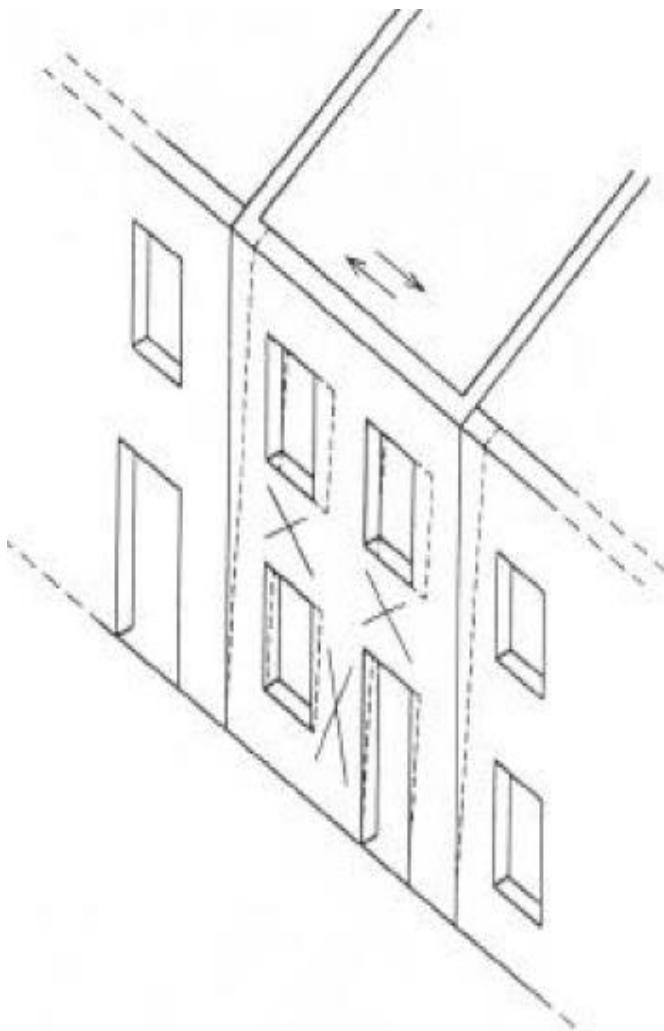
FRIULI 76/16

Incontri, studi e ricerche per capire assieme
quanto è cambiato il Friuli dal 1976 e quali
sono le prossime sfide da affrontare



Bovec, 1998

Secondo modo





© Reluis 2009

www.reluis.it

Ancient masonry of a church located in the historical centre of L'Aquila

Out of plane behaviour: separation between two masonry walls due to poor arrangement of the stones.

Photo by B. Calderoni, E.A. Cordasco, C. Giubileo and L. Migliaccio



© Reluis 2009

www.reluis.it

Facade of a church located in the historical centre of L'Aquila

Out of plane behaviour: flexural mechanism of facade wall. Note the inefficient connection of the barrel vault, while iron ties avoided global overturning.

Photo by B. Calderoni, E.A. Cordasco, C. Giubileo and L. Migliaccio

© Reluis 2009

www.reluis.it



Building located in the historical centre of L'Aquila

Out of plane behaviour: collapse mechanism of the upper zone of the wall. Note the poor quality of masonry, without efficient transversal connection elements, and the roof structure not well anchored to the wall. Iron ties avoided global overturning.

Photo by B. Calderoni, E.A. Cordasco, C. Giubileo and L. Migliaccio

© Reluis 2009
www.reluis.it



Church located in the historical centre of L'Aquila

Out of plane behaviour: overturning mechanism of the facade wall detached from orthogonal walls.

Photo by B. Calderoni, E.A. Cordasco, C. Giubileo and L. Migliaccio





Building located in the historical centre of L'Aquila

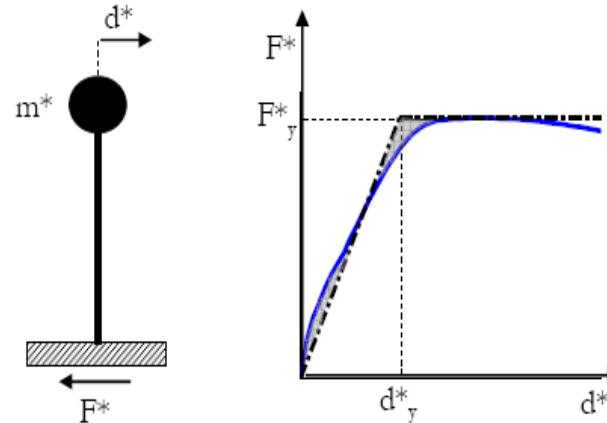
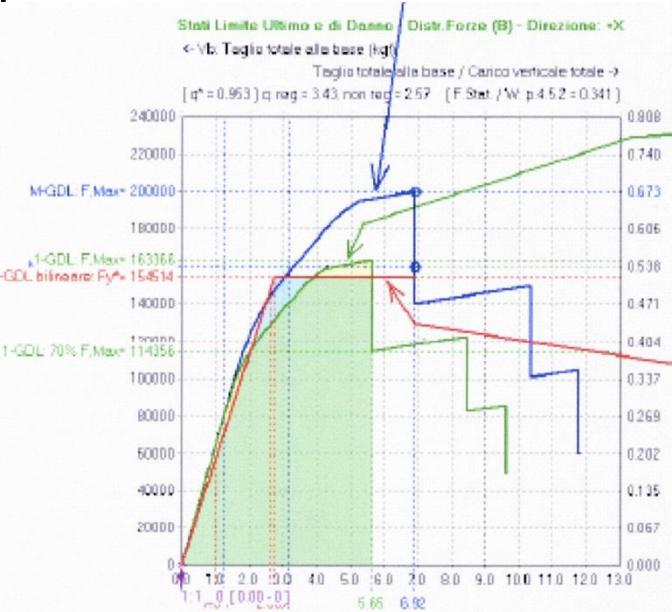
In plane behaviour: several iron ties, placed in correspondence of orthogonal walls at each storey, avoided the out of the plane collapse. Diagonal cracks, in both spandrels and piers, testify the engagement of the wall in its own plane.

Photos by B. Calderoni, E.A. Cordasco, C. Giubileo and L. Migliaccio

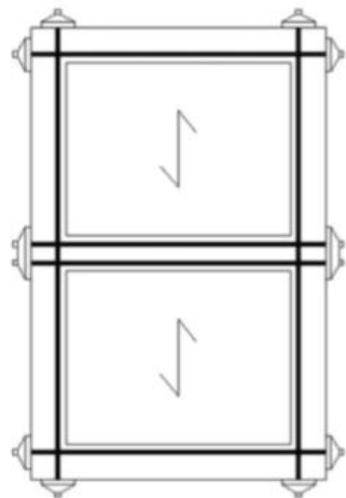


Conversione del legame forza-spostamento ottenuto in sistema bilineare equivalente, riportando anche la forza massima e lo spostamento massimo dell'edificio al primo modo di vibrare, attraverso il coefficiente di partecipazione modale

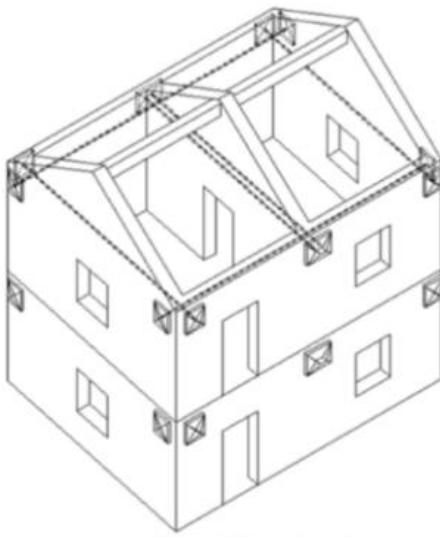
Spostamento richiesto: smorzamento dello spettro?



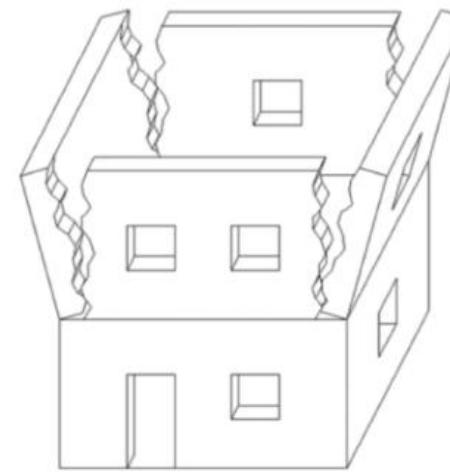
La Forza F^* e lo spostamento d^* del sistema equivalente ad un grado di libertà sono legati in campo elastico alle corrispondenti grandezze dell'edificio dalle relazioni:
 $F^* = F_b / \Gamma$ $d^* = d_c / \Gamma$ essendo Γ il fattore di partecipazione modale



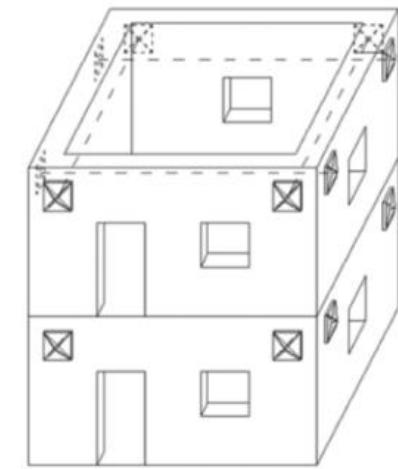
Vista in pianta



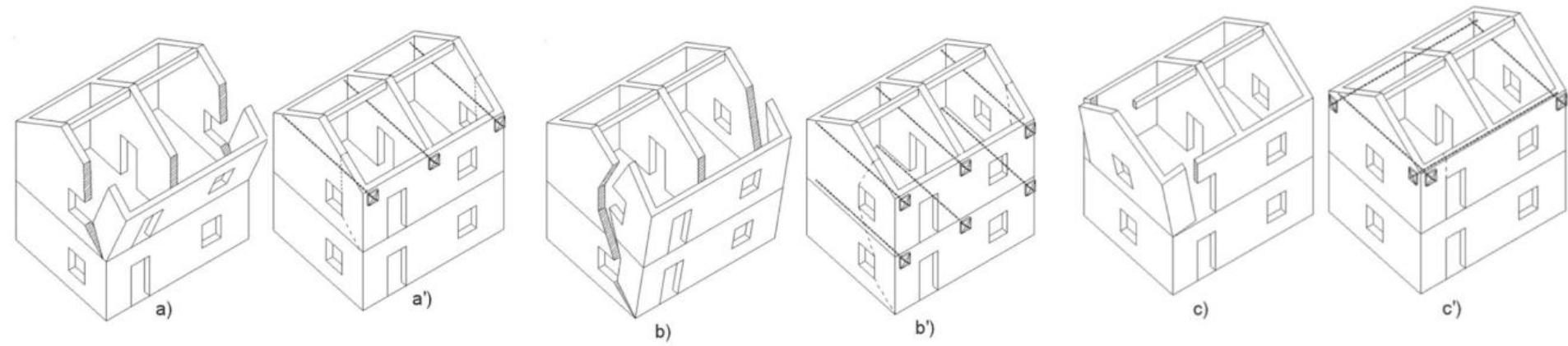
Vista tridimensionale

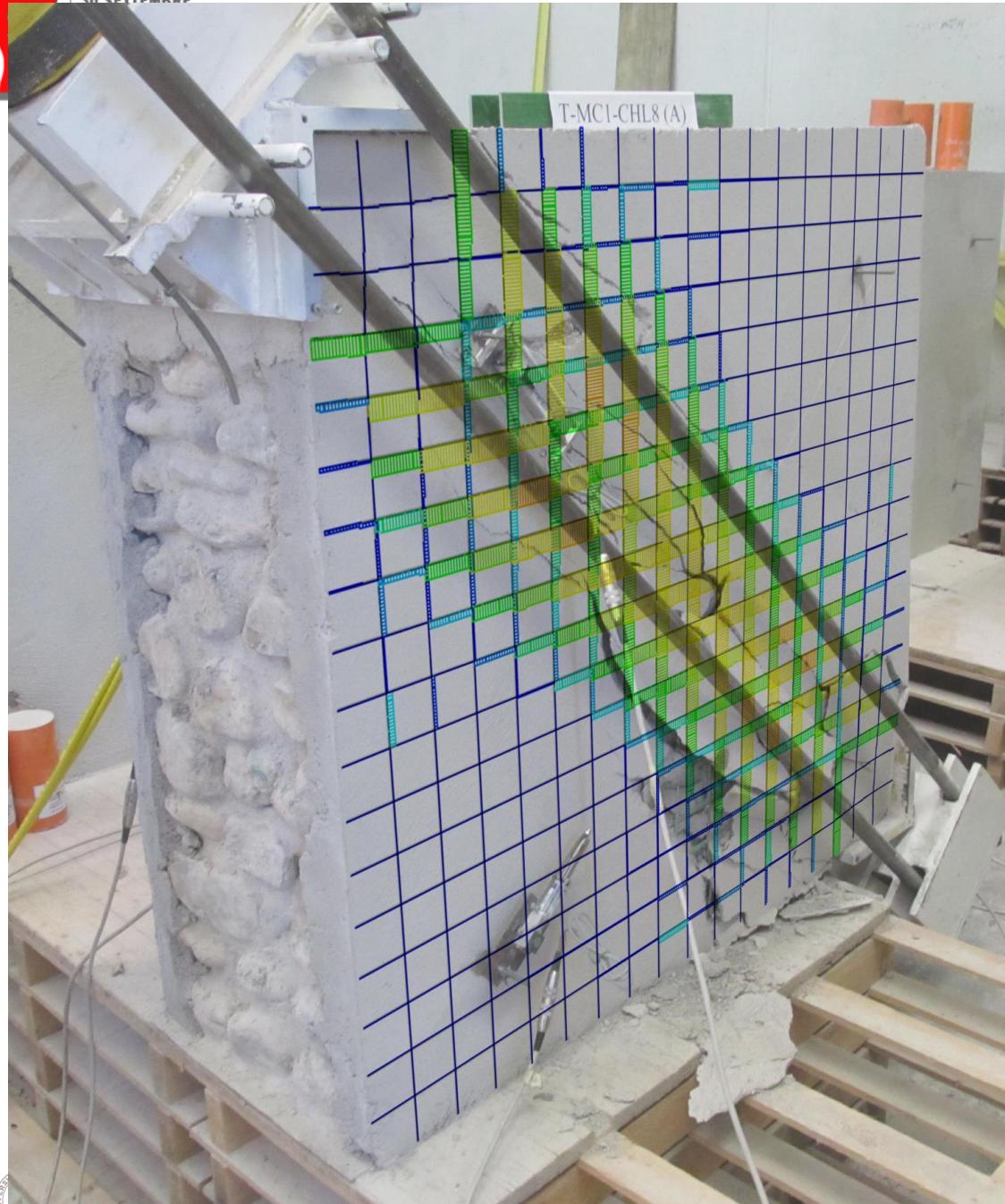


a) comportamento dell'edificio senza tiranti



b) comportamento dell'edificio con tiranti







30 SETTEMBRE
GIORNATA NAZIONALE
PREVENZIONE

TRIESTE 20 SETTEMBRE 2018





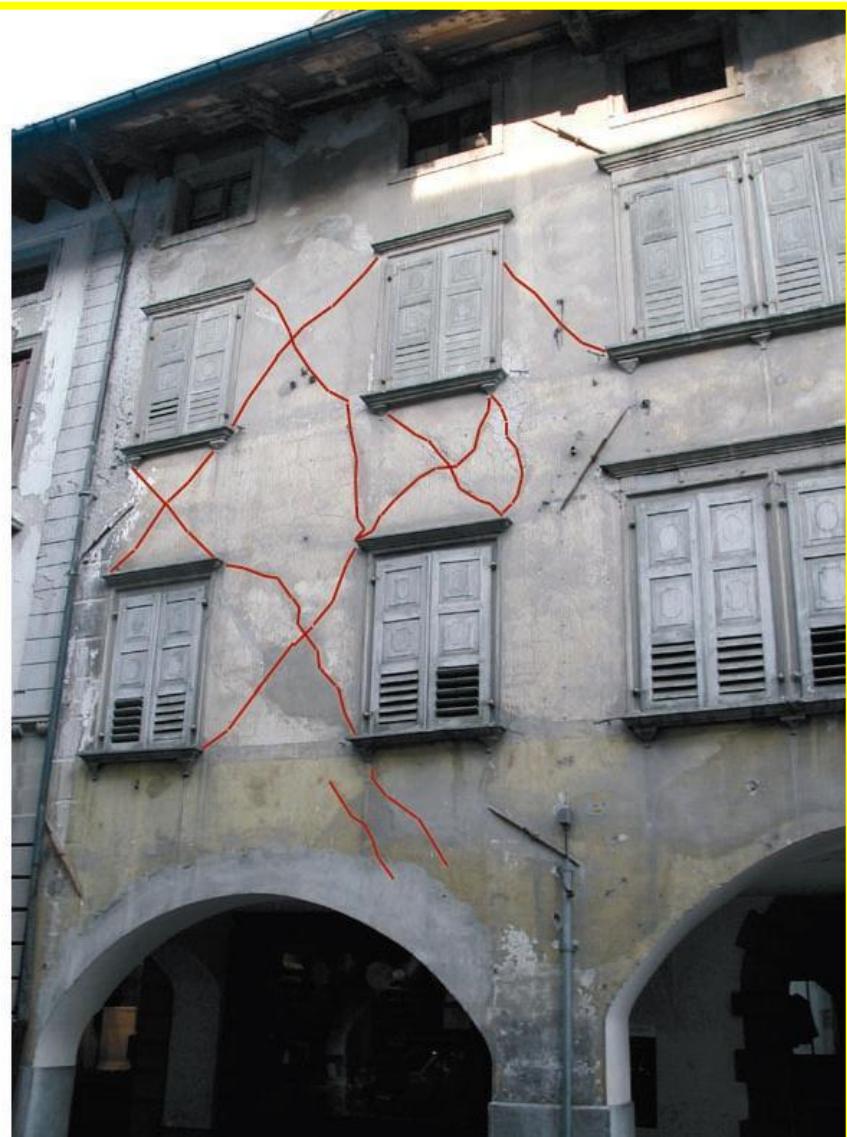


Prof. ing. Alessandra Gubana



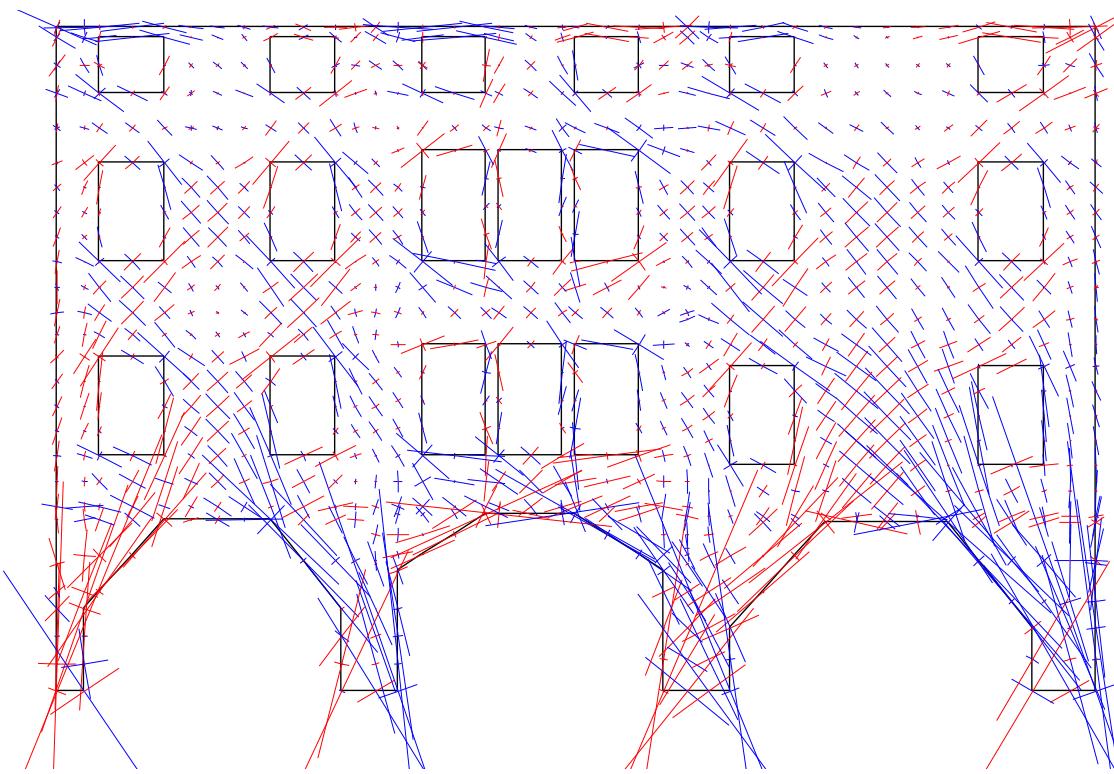
30 SETTEMBRE
GIORNATA NAZIONALE
PREVENZIONE
SISMICA

TRIESTE 20 SETTEMBRE 2018

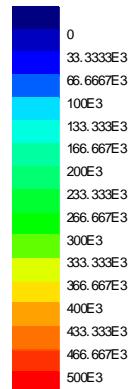


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI UDINE
hic sunt futura

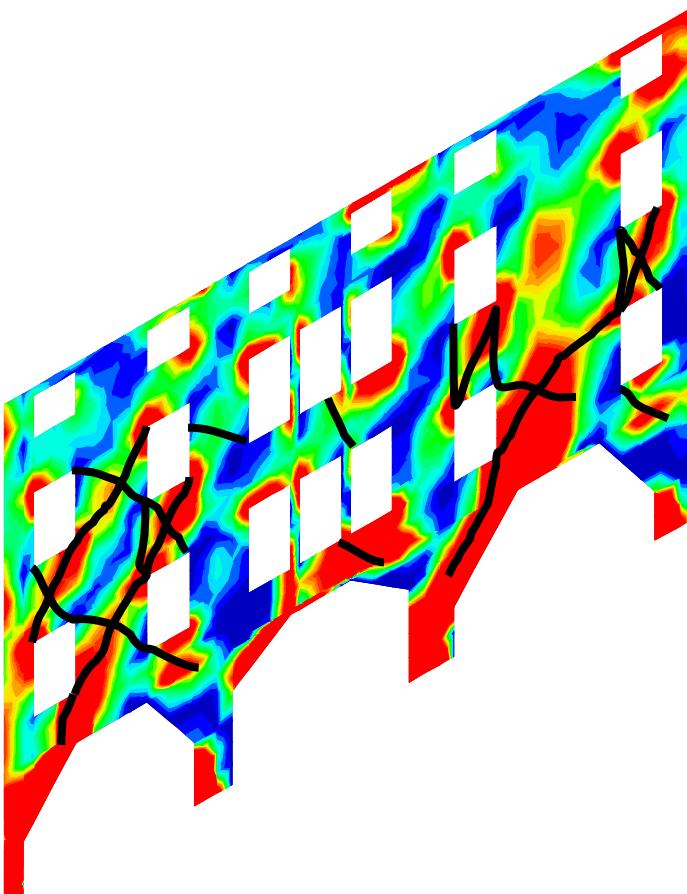
Prof. ing. Alessandra Gubana



SISMA IN DIREZIONE X
MID STRESS
CONTOURS OF S1 [N/m²]



Max 0.8753E+07 at Node 1223
Min 8.544 at Node 1904

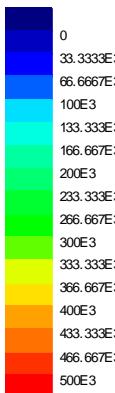


ANALISI STATICÀ

Sisma in direzione
parallela al prospetto
sulla via

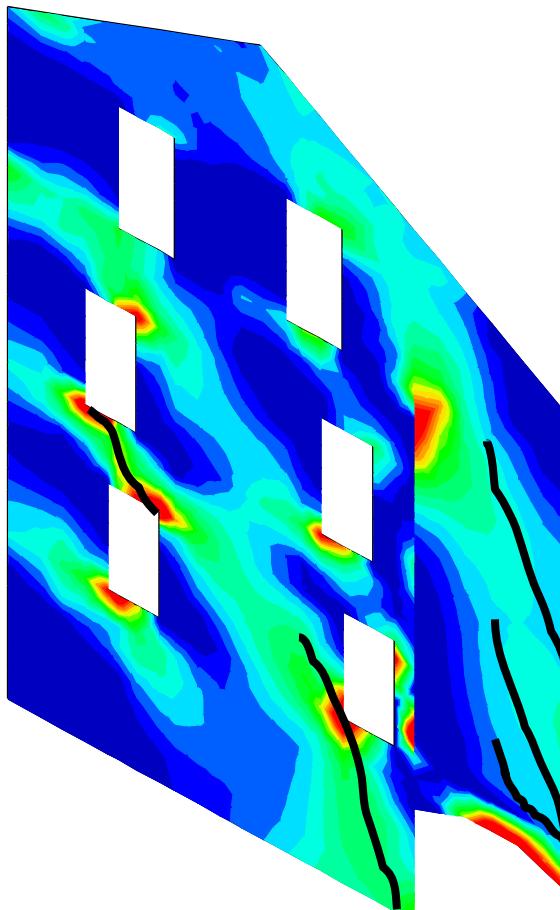
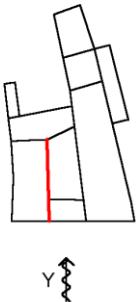
Andamento delle tensioni
principali di trazione

SISMA IN DIREZIONE Y
MID STRESS
CONTOURS OF S1 [N/m²]



Max: 0.7995E+06 at Node 5282
Min: 0.4613 at Node 5969

S1
← + →



ANALISI STATICÀ

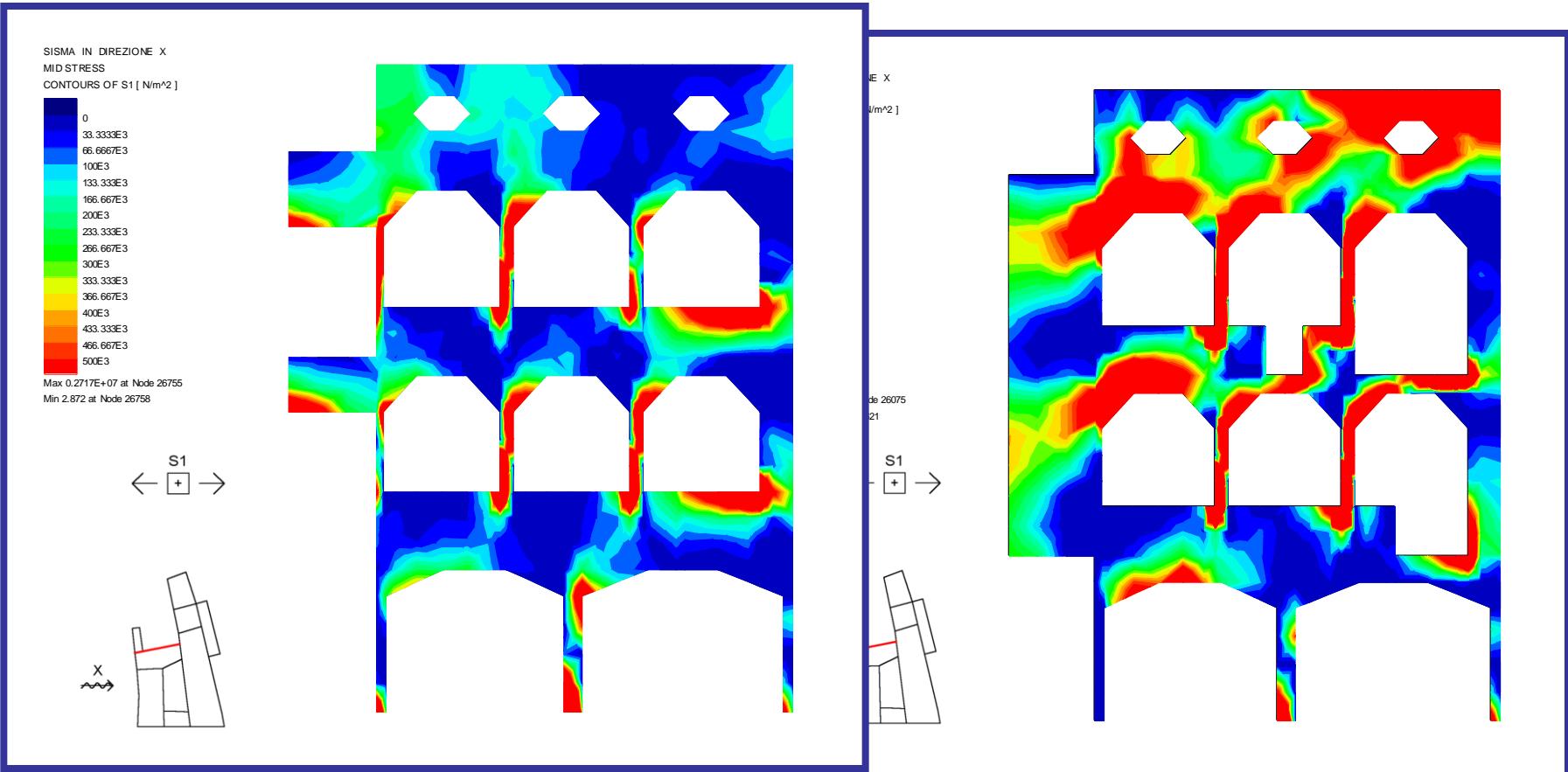
Sisma in direzione
ortogonale al
prospetto sulla via

Andamento delle tensioni
principali di trazione

ANALISI SISMICA DELL'EDIFICIO ISOLATO (ANALISI STATICÀ)

CONFRONTO TRA STATO DI FATTO E PROGETTO

Sisma in direzione parallela al prospetto sulla via



Andamento delle tensioni principali di trazione (progetto)

Andamento delle tensioni principali di trazione (stato di fatto)



30 SETTEMBRE
GIORNATA NAZIONALE
PREVENZIONE
SISMICA

TRIESTE 20 SETTEMBRE 2018



